



DEUTSCHES  
PATENTAMT

② Aktenzeichen: P 44 10 941.5  
② Anmeldetag: 29. 3. 94  
③ Offenlegungstag: 6. 10. 94

③ Unionspriorität: ③ ③ ③

29.03.93 JP 5-070132	29.03.93 JP 5-070133
29.03.93 JP 5-070135	30.03.93 JP 5-096744
30.03.93 JP 5-096745	30.03.93 JP 5-096746
30.03.93 JP 5-096747	27.07.93 JP 5-204531

⑦ Anmelder:

Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

⑦ Vertreter:

Reinhard, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Skuhra, U.,  
Dipl.-Ing.; Weise, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80801  
München

⑦ Erfinder:

Izumi, Tomoji, Hatsukaichi, Hiroshima, JP;  
Tachihata, Tetsuya, Hiroshima, JP; Edahiro, Takeshi,  
Higashihiroshima, Hiroshima, JP

⑤ Reifenluftdruckwarnvorrichtung

⑤ Durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung erfolgt eine Beurteilung der Drehzahldifferenz der Fahrzeugreifen unter der Bedingung, daß die Drehzahlen der vier Räder durch unterschiedliche Einheiten konstant ermittelt und mit hoher Geschwindigkeit ausgewertet werden, sowie unter der Bedingung, daß das Fahrzeug auf einer geraden Strecke fährt sowie zu einem Zeitpunkt, wenn sämtliche vier Räder denselben Zustand haben. Falls nicht sämtliche vier Räder denselben Zustand haben, wird die Beurteilung der Reifendrehzahldifferenz durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung unterbunden. Unter Verwendung der Fahrzeugfahrbedingungen wird eine besonders aussagekräftige Reifenluftdruckbeurteilung durchgeführt, wobei vom fahrenden Fahrzeug erzeugte Geräusche keinen Einfluß auf die Beurteilung haben, und wobei eine Reifenluftdruckanomalie hinreichend genau erfaßt werden kann, und wobei das ermittelte Signal der Radgeschwindigkeitsfühler sorgfältig ausgewählt wird. Auf diese Weise wird eine zuverlässige und genaue Reifenluftdruckbeurteilung gewährleistet. Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser Beurteilung wird dadurch erhöht, daß die Beurteilung unterbunden wird, wenn das Fahrzeug speziellen Bedingungen unterliegt, sowie dadurch, daß die Beurteilung innerhalb eines vorbestimmten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs unter Auswertung des Straßenzustands erfolgt.

DE 44 10 941 A 1

- Anzahl der Kraftstoffnachfüllungen (5 35.')

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, durch die der Fahrer eines Fahrzeugs insbesondere vom Abnehmen des Luftdrucks in einem oder mehreren der Reifen des Fahrzeugs unterrichtet werden soll.

Eine Untersuchung hat ergeben, daß von auf Autobahnen fahrenden Fahrzeugen der Anteil an Fahrzeugen mit schlecht gewarteten Reifen im Vergleich zu dem Wartungszustand des Fahrzeugantriebs und anderer Fahrzeugbestandteile relativ hoch ist. Ein ungeeigneter Reifenluftdruck ist die Hauptursache für den schlechten Wartungszustand der Reifen, gefolgt von einer abgefahrenen Lauffläche und einer anormalen Reifenabnutzung. Eine Vielzahl von Fahrern hat auf der Autobahn bereits das Platzen eines Reifens erlebt. Gerade auch vor dem Hintergrund eines auf der Autobahn platzenden Reifens ist der Wunsch entstanden, Fahrzeuge mit einer Reifenluftdruckwarnvorrichtung oder einer hierzu äquivalenten Vorrichtung standardmäßig auszustatten, und, falls diese Vorrichtungen entsprechend günstig hergestellt werden können, in Benutzung befindliche Fahrzeuge mit Reifenluftdruckwarnvorrichtungen nachzurüsten.

Es ist bekannt, Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge einschließlich Lastenhänger mit Fühlern auszustatten, welche den Luftdruck jedes einzelnen Reifens ermitteln. Es ist bekannt, den Reifenluftdruck eines sich drehenden Reifens in Echtzeit über das Durchdrehen der Räder, mittels elektrischer Wellen und mittels magnetoelektrischer Induktionsverfahren zu ermitteln. Mit diesen Systemen soll der Fahrer über Reifendrehzahlanomalien informiert werden, die beispielsweise von einem Loch im Reifen herrühren. Dabei erfolgt die Reifendruckermittlung in Echtzeit direkt und sehr zuverlässig. Die genannten Meßmethoden haben jedoch den Nachteil, daß das gesamte System zur Übertragung der Luftdruckinformation sehr umfangreich und teuer ist, weshalb es eher zurückhaltend eingesetzt wird.

In den letzten Jahren sind elektrische Vorrichtungen, wie beispielsweise Vierrad-ABS-Vorrichtungen und TRC-(Traktionssteuerungs-)Vorrichtungen billiger geworden und zum Einsatz in Personenkraftfahrzeugen gelangt. Durch den Einbau von Vierrad-ABS-Vorrichtungen und dergleichen steht eine Vorrichtung zur Ermittlung der Reifendrehzahl zur Verfügung. Diese Vorrichtung besteht aus einem Steuersystem mit einer individuellen Bremse und hydraulischen Bremsvorrichtung, und sie verwendet das Fahrzeugverhalten für eine geeignete Steuerung.

Aus der japanischen Offenlegungsschrift 63-305011 ist ein Ermittlungsverfahren zum Ermitteln eines anormalen Reifenluftdrucks bekannt, durch das die Reifendrehzahl in Diagonalrichtung auf summiert wird, und durch das beurteilt wird, ob der Differenzwert zwischen der Summe der beiden Diagonalkpaare der Reifendrehzahlen und die Differenz zwischen der Reifendrehzahlen zwischen den Reifen größer sind als ein vorbestimmter Wert oder nicht. Um die vorstehend genannten zusätzlich am Fahrzeug anzubringenden Teile für mit Vierrad-ABS ausgerüstete Fahrzeuge überflüssig zu machen, welche Vorrichtung bereits eine Reifenumdrehungsermittlungsvorrichtung enthält, wird vorgeschlagen, die dadurch ermittelten Reifendrehzahlen effektiv für die Reifenluftdruckwarnvorrichtung und für ähnliches zu nutzen.

Wenn das Fahrzeug auf einer geraden Strecke fährt und ein spezieller Reifen durch ein Loch geschädigt wird, durch das der Luftdruck rasch abnimmt, wird der Außendurchmesser dieses Reifens kleiner als derjenige der anderen, nichtgeschädigten Reifen, und die Drehzahl dieses Reifens nimmt im Vergleich zu den ungeschädigten Reifen zu (da der Reifen mit dem kleineren Durchmesser sich bei Zurücklegen derselben Strecke wesentlich schneller dreht). Auf diese Weise kann ein derartig beschädigter Reifen ermittelt werden.

Es könnte vorteilhaft sein, die Beurteilung über der Reifendrehzahldifferenz durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung vorzunehmen. Dies würde jedoch bedeuten, daß die Reifendrehzahl, die von individuellen Einrichtungen ermittelt wird, ständig und mit hoher Geschwindigkeit ausgewertet werden muß, wodurch die Steuerung kompliziert werden würde und eine Berechnung durchgeführt werden müßte.

Ferner müßte durch die vorstehend genannte Reifenluftdruckwarnvorrichtung die Beurteilung der Reifendrehzahl dann durchgeführt werden, wenn das Fahrzeug auf einer geraden Strecke fährt, und wenn sämtliche vier Reifen sich im selben Zustand befinden. Dies ist jedoch nicht praxisgerecht, da, beispielsweise dann, wenn das Fahrzeug angehalten wird, nicht sämtliche Reifen denselben Zustand aufweisen. Außerdem variiert der Luftdruck, z. B. wenn der beschädigte Reifen unmittelbar nach der Durchlochung gewechselt wird, oder nachdem der Reifen durch einen kleinen Reservereifen ersetzt worden ist, wobei dann die Reifendrehzahldifferenz durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung nicht genau beurteilt werden kann. Mit anderen Worten verbietet sich eine Beurteilung der Reifendrehzahl mittels der Reifenluftdruckwarnvorrichtung dann, wenn nicht sämtliche vier Reifen denselben Zustand aufweisen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung zu schaffen, durch welche die Reifendrehzahldifferenz durch die Reifenwarnvorrichtung beurteilt wird, und bei der zumindest die Drehzahl der vier Reifen durch getrennte Einheiten ermittelt und ausgewertet werden kann, wobei die Auswertung bzw. Berechnung durchgeführt werden kann, wenn sich sämtliche vier Räder im selben Zustand befinden.

Vorzugsweise wird die Reifendrehzahldifferenz durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung beurteilt; da jedoch für diese Beurteilung zuallermindest die Drehzahlen der vier Reifen konstant durch getrennte Einheiten ermittelt werden müssen, wird die Steuerung kompliziert, weshalb ein Bedarf zur Auswertung bzw. Berechnung besteht. Es wird deshalb ein Abweichungswert ermittelt, indem die Drehzahl der Reifen addiert wird, die diagonal angeordnet sind, und indem die Differenz zwischen den diagonalen Paaren bestimmt und durch den doppelten Mittelwert der Reifendrehzahl dividiert wird. Dieser Abweichungswert wird mit einem vorbestimmten Vergleichswert (eine Abweichungsbreite) verglichen, und falls dieser Wert übertroffen wird, wird davon ausgegangen, daß der Reifenluftdruck als anormal zu beurteilen ist.

Falls dieser Vergleichswert unveränderlich ist, ist es unmöglich, eine Beurteilung in Bezug auf die Fahrzeuglaufbedingungen oder -zustände zu treffen. Wenn mit anderen Worten die Fahrzeuggeschwindigkeit beispiels-



weise hoch ist, liegt es auf der Hand, daß das Ergebnis der Reifendrehzahl groß ist, und da die Änderung des Abweichungswerts zunimmt, wird er größer als der vorbestimmte Vergleichswert, so daß eine genaue Beurteilung des Reifenluftdrucks unmöglich wird.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, für eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, welche die Reifendrehzahldifferenz beurteilt, die Reifenlaufbedingungen oder -zustände auszuwerten, um eine zuverlässige Reifenluftdruckbeurteilung zu gewährleisten.

Darüber hinaus ist für die Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die die Reifendrehzahldifferenz beurteilt eine gewisse Art von Auswertung oder Berechnung unerlässlich, um eine Entscheidung zu treffen, weil zumindest die Reifendrehzahl für die vier Reifen durch getrennte Einheiten mit hoher Geschwindigkeit konstant ausgewertet werden muß. Nach dem Addieren der Reifendrehzahl der diagonal angeordneten Reifen wird deshalb die Reifendrehzahldifferenz zwischen den diagonalen Paaren bestimmt und durch den doppelten Mittelwert der Reifendrehzahlen dividiert, um einen Abweichungswert zu erhalten, der dann mit einem Vergleichswert (der Abweichungsbreite) verglichen wird, und sobald er einen vorbestimmten Wert übertrifft, wird davon ausgegangen, daß eine Reifenanomalie aufgetreten ist.

Da der Abweichungswert jedoch nicht stabil ist, sind Fälle möglich, in denen das Vorliegen eines anormalen Reifenzustands nicht beurteilt werden kann, wenn der Vergleich mit diesem Vergleichswert durchgeführt wird. Aufgrund von Geräuschen, die durch wechselnde Straßenzustände bedingt sind sowie aufgrund von Fahrzeuglaufbedingungen usw., als primärer Faktor, ist es unmöglich, einen genauen Vergleich durchzuführen.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung zu schaffen, bei der die Bestimmung der Reifendrehzahlen nicht durch das Vorhandensein von Geräuschen beeinträchtigt wird, die bei fahrendem Fahrzeug erzeugt werden, um zu gewährleisten, daß eine Reifendruckanomalie mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden kann.

Da der Herstellungsfehler von Fahrzeugreifen in der Größenordnung von 0,3% liegt, die (dynamische) Reifenradiusänderung (während der Reifenbewegung) aufgrund einer Reifenluftdruckabnahme jedoch ebenfalls im 0,3%-Bereich liegt, ist für die Beurteilung des Reifenluftdrucks ein relativ hoher Genauigkeitsgrad erforderlich.

Die vorstehend genannte Reifenluftdruckbeurteilung wird durchgeführt, wenn sich das Fahrzeug in einem regulären Fahrzustand befindet, und zwar auf der Grundlage des vom Fahrzeuggeschwindigkeitsfühler ermittelten Signals. Selbst dann, wenn sich das Fahrzeug in einem regulären Fahrzustand befindet, wird das Schlupfmaß der Antriebsräder größer, wenn das Fahrzeug auf einer Straßenoberfläche mit niedriger Reibung oder einen Hügel hinauffährt usw. Aber auch vorübergehend anwesendes Kiesgestein, mit Schnee bedeckte Straßen und andere Faktoren können dazu führen, daß der Schlupf der Antriebsräder größer wird. Bei großem Schlupf der Antriebsräder nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeitssignale ab. Da dadurch die Reifenluftdruckbeurteilungsgenauigkeit abnimmt, müssen die ermittelten Radgeschwindigkeitssignale sorgfältig ausgewählt werden. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung kann nur schwerlich verbessert werden, wenn kein wirklich aussagekräftiges Signal für die ermittelte Radgeschwindigkeit verwendet wird, und wenn diese nicht hinreichend genau ermittelt wird. Deshalb besteht ein weiteres Ziel der Erfindung darin, die durch den Radgeschwindigkeitsfühler ermittelten Signale sorgfältig auszuwählen, um dadurch die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung zu erhöhen.

Wenn der Reifenluftdruck um einen vorbestimmten Wert oberhalb oder unterhalb normaler Bedingungen oder Zustände in Bezug auf die aktuelle Technologie liegt, wird durch verschiedene vorgeschlagene Reifenluftdruckwarnvorrichtungen ein Betrieb des Fahrzeugs nicht empfohlen.

Die Reifenluftdruckwarnvorrichtung gemäß der vorstehend genannten Offenlegungsschrift ist so ausgelegt, daß die Reifenluftdruckbeurteilung nicht ausgeführt wird, wenn das Fahrzeug beschleunigt oder verzögert wird, und diesem Dokument sind keine Hinweise zu entnehmen, die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung dadurch zu erhöhen, daß Straßenzustände und Fahrzeugzustände oder -bedingungen berücksichtigt werden.

Aufgrund der Straßenzustände (Straßenoberfläche  $\mu$  (Reibungskoeffizient  $\mu$  der Straßenoberfläche), schlechte Straßen, Hügel, geneigte Straßenoberflächen usw.) nimmt das Ausmaß des Antriebsradschlupfs zu, die vier Räder werden ungleichmäßig belastet, die Radgeschwindigkeit der vier Räder wird ungleichmäßig, wodurch die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit abnimmt.

Durch die Fahrzeugzustände (Beschleunigung oder Verzögerung, hoher Beladungsgrad, Fahrt mit Ketten auf den Reifen usw.) nimmt der Schlupf der Antriebsräder zu, und da die Vorder- und Hinterräder nicht gleichmäßig belastet werden, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, und da der Raddurchmesser zunimmt, nimmt die ermittelte Radgeschwindigkeit ab, die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit nimmt ab und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung nimmt ab.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Reifenluftdruckbeurteilung zu unterbinden, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit dieser Beurteilung zu erhöhen, wenn sich das Fahrzeug oder die Straßenoberfläche in einen bestimmten Zustand befinden.

Ferner wird bei der aus der vorstehend genannten Offenlegungsschrift bekannten Reifenluftdruckwarnvorrichtung die Reifenluftdruckbeurteilung nicht ausgeführt, wenn das Fahrzeug beschleunigt oder verzögert; es finden sich jedoch keine Hinweise, daß die Reifenluftdruckbeurteilung in Beziehung zum Zustand der Straßenoberfläche (Reibungszustand, schlechte Straßen, geneigte Straße) oder zur Fahrzeuggeschwindigkeit steht.

Bei geringen Geschwindigkeiten nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil die Anzahl der durch den Radgeschwindigkeitsfühler ermittelten Daten abnimmt. Bei hohen Geschwindigkeiten nimmt die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung ab, weil das Schlupfmaß der Antriebsräder größer wird, und weil die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit aufgrund der schwankenden Last zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern abnimmt.

Insbesondere dann, wenn das Antriebsradschlupfmaß wegen einer Abnahme des Straßenoberflächenreibungszustands  $\mu$  einsteigt, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, so daß die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung abnimmt. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung nimmt ab, wenn das Fahrzeug auf schlechten Straßenoberflächen fährt, weil die Fahrzeuggeschwindigkeit der nichtangetriebenen und angetriebenen Räder zunehmend abweicht.

Bei der Bergauffahrt nimmt das Rutschausmaß der Antriebsräder zu, und ähnlich wie beim Beschleunigen nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, so daß die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung abnimmt.

Es ist deshalb ein weiteres Ziel der Erfindung, die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung dadurch zu erhöhen, daß in diese Beurteilung ein Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich mit einbezogen wird, der unter Berücksichtigung der Straßenoberflächenzustände festgesetzt worden ist.

Die Änderung des Reifenradius beträgt etwa 0,3%, wenn der Luftdruck, ausgehend von einem normalen Fahrzeugreifenluftdruck von 2 kg/cm<sup>2</sup> auf 1 kg/cm<sup>2</sup> abnimmt. Der der Reifenfertigungsfehler ebenfalls etwa 0,3% beträgt, ist es sehr schwierig, zwischen dem Reifenherstellungsfehler und einer Reifendruckabnahme zu unterscheiden, wenn die Vierrad-Radgeschwindigkeitstechnik zum Bestimmen der Luftdruckabnahme eingesetzt wird.

In der vorstehend genannten Offenlegungsschrift ist eine Technik zum Einstellen des Steuerungsgewinns bzw. des Steuerungsnutzens für die Belastung und die speziellen Reifeneigenschaften vorgeschlagen, es findet sich dort jedoch kein Hinweis darauf, den Reifenherstellungsfehler zu korrigieren, um die Genauigkeit bei der Reifenluftdruckbeurteilung zu erhöhen.

Selbst wenn deshalb ein Anfangseinstellungsprozeß ausgeführt wird, um den Reifenherstellungsfehler und die speziellen Reifeneigenschaften zu korrigieren, ist es schwierig, die Reifenluftdruckbeurteilungsgenauigkeit durch gleichmäßiges Verarbeiten der Resultate des Anfangseinstellungsprozesses zu verbessern, wodurch die Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung abnimmt, weil die Geschwindigkeit, bei der die Anfangseinstellungen ausgeführt werden, und die Geschwindigkeit, bei der die Reifenluftdruckbeurteilung ausgeführt wird, nicht miteinander übereinstimmen.

Da der Reifen bei der Benutzung eine Abnutzung erleidet sowie aufgrund der Änderung der Reibungseigenschaften stellt der vorstehend genannte Einstellungsprozeß die Grenze für die Genauigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung dar, weshalb diese nicht in geeigneter Weise erhöht werden kann.

Als weiteres Ziel der Erfindung werden deshalb die Geschwindigkeit des Anfangseinstellungsprozesses und die Geschwindigkeit der aktuellen Reifenluftdruckbeurteilung addiert, und durch Korrektur des Reifenschwellenwerts wird die Reifenluftdruckbeurteilung der Reifenluftdruckwarnvorrichtung verbessert. Durch Korrigieren des Beurteilungsschwellenwerts durch eine Steuerung außerhalb des Beurteilungskreises wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung für die Reifenluftdruckwarnvorrichtung erhöht.

Der Fahrzeugreifenluftdruck beträgt normaler 2 kg/cm<sup>2</sup>, weshalb bei einer Luftdruckabnahme auf 1 kg/cm<sup>2</sup> sich der Reifenradius um etwa 0,3% ändert. Da der Reifenherstellungsfehler ebenfalls etwa 0,3% beträgt, ist es mit der Vierrad-Radgeschwindigkeitstechnik zur Bestimmung der Reifenluftdruckabnahme nicht einfach, zwischen dem Reifenherstellungsfehler und der Reifendruckabnahme zu unterscheiden. In der vorstehend genannten Offenlegungsschrift wird eine auf der Reifenlastcharakteristik beruhende Technologie zur Änderung des Steuerungsgewinns vorgeschlagen, es fehlt jedoch jeglicher Hinweis auf eine konkrete Technik zum Korrigieren des Reifenherstellungsfehlers oder spezieller Eigenschaften.

Zum Kompensieren des Reifenherstellungsfehlers und der speziellen Reifeneigenschaften mittels des Anfangseinstellungsprozesses wird deshalb ein Kompensationskoeffizient im voraus berechnet, der den Reifenherstellungsfehler oder die speziellen Reifeneigenschaften korrigiert. Auf der Grundlage dieses Kompensationskoeffizienten wird die Reifenluftdruckbeurteilung ausgeführt.

Vorzugsweise wird der Anfangseinstellungsprozeß ausgeführt, wenn das Fahrzeug auf einer geraden Strecke fährt. Wenn jedoch ein vorübergehend verwendeter oder Reservereifen verwendet wird, oder wenn das Fahrzeug auf einer geneigten Oberfläche fährt, kommt es vor, daß der Anfangseinstellungsprozeß nicht reibungslos beendet werden kann, weil der Lenkwinkel und die Radgeschwindigkeit beeinflußt werden.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht deshalb darin, eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung vorzuschlagen, die selbst in den Fällen, wenn ein vorübergehender Reifen montiert ist oder wenn das Fahrzeug auf einer geneigten Straßenoberfläche fährt, die präzise Ausführung des Anfangseinstellungsprozesses gewährleistet.

Das erstgenannte Ziel wird erfindungsgemäß durch eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung erreicht, die eine Reifenluftdruckanomalie unter Verwendung eines von einem Fahrzeugradfühler ermittelten Signals ermittelt, der den Reifenumdrehungszustand jedes Fahrzeugreifens individuell ermittelt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist mit einer ersten Unsicherheitskoeffizienten-Festsetzeinrichtung versehen, die den Unsicherheitskoeffizienten vor der vorstehend genannten Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage der vorstehend genannten Anfangsbedingungen für jeden Reifen festsetzt, und mit einer Unterbindungseinrichtung zum Unterbinden der vorstehend genannten Beurteilung, bis der Unsicherheitskoeffizient festgesetzt ist. Unter Berücksichtigung des Anfangszustandes jedes Reifens wird die Reifenluftdruckanomalie genauer aus einer vorbestimmten Gleichung genauer bestimmt, die auf der Differenz zwischen der Drehzahl jedes Reifens beruht.

Vorzugsweise wird durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die ein von Radgeschwindigkeitsfühlern ermitteltes Signal verwendet, die den Umdrehungszustand jedes Fahrzeugreifens individuell ermitteln, die Anomalie des Reifenluftdrucks beurteilt und ein Warnsignal ausgegeben. Für den Fall, daß der Unsicherheitskoeffizient unbestimmt ist und einen vorbestimmten Wert nicht einnimmt, ist die Erfindung mit einer zweiten Unsicherheitskoeffizienten-Festsetzungseinrichtung ausgerüstet, die den Unsicherheitskoeffizienten wiederum auf der Grundlage des Reifenanfangszustands bestimmt, und mit einer Unterbindungsvorrichtung zum Unterbinden der vorstehend genannten Reifenanomaliebeurteilung, bis der Unsicherheitskoeffizient festgesetzt ist, und bei fah-



rendem Fahrzeug werden die üblichen Geräusche, die primäre Ursache zu Instabilitäten sind, eliminiert, und die Reifenluftdruckanomalie wird durch die vorstehend genannten Berechnungsgleichung auf der Grundlage der Differenz zwischen der Drehzahl jedes Reifens genauer bestimmt.

Eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die ein von Reifengeschwindigkeitsfühlern ermitteltes Signal verwendet, die den Umdrehungszustand jedes Fahrzeugreifens individuell ermitteln, sind zur Beurteilung einer Anomalie des Reifenluftdrucks und zur Ausgabe eines Warnsignals folgende Einrichtungen vorgesehen:

eine erste Unsicherheitskoeffizienten-Festsetzungseinrichtung, die den Unsicherheitskoeffizienten auf der Grundlage des vorstehend genannten Reifenzustands jedes Reifens festsetzt, bevor die Beurteilung stattfindet, eine Unterbindungseinrichtung zum Unterbinden der Beurteilung, bis der Unsicherheitskoeffizient festgesetzt ist, und

eine Warneinrichtung für den Fall, daß der Unsicherheitskoeffizient, der durch die erste Unsicherheitskoeffizienten-Festsetzungseinrichtung bestimmt worden ist, einen vorbestimmten Wert nicht einnimmt und der Reifenluftdruck als anormal beurteilt wird, wobei dieses Resultat daraufhin dem Fahrer mitgeteilt wird, usw.

Die vorliegende Erfindung, die eine Reifenluftdruckanomalie ermittelt und ein Warnsignal abgibt, wobei ein von einem Fahrzeugradfühler ermitteltes Signal verwendet wird, der den Reifenzustand jedes der Fahrzeugreifen individuell ermittelt, erreicht das vorstehend genannte zweite Ziel dadurch, daß eine Reifenluftdruckanomalie aus einem Vergleich einer Abweichungsbreite unter Verwendung eines vorbestimmten Bereichs mit einem Abweichungswert beurteilt wird, der aus der vorbestimmten Berechnungsgleichung auf der Grundlage der Drehzahldifferenz jedes Reifens ermittelt wird, wobei eine Abweichungsbreitenänderungseinrichtung vorgesehen ist, die zur Mitteilung der Beurteilungsergebnisse die Fahrzeuglaufbedingungen oder -zustände zur Änderung der vorbestimmten Abweichungsbreite verwendet. Die Abweichungsbreite steht nicht fest bzw. ist kein fixer Wert, und die geeignetste Abweichungsbreite für eine Fahrzeuggeschwindigkeit wird festgesetzt, und die Reifenluftdruckanomalie wird beurteilt.

Die Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die die Reifenluftdruckanomalie unter Verwendung eines Signals bestimmt, das von einem Fahrzeugradfühler ermittelt worden ist, der den Reifenumdrehungszustand jedes Fahrzeugreifens ermittelt, und die ein Warnsignal abgibt, ist vorzugsweise mit einer Anfangseinstellungsbreitenänderungseinrichtung ausgerüstet. Bei der Beurteilung der Reifenluftdruckanomalie aus einem Vergleich einer Abweichungsbreite, die einen vorbestimmten Bereich aufweist, mit einem Abweichungswert, der aus der vorstehend genannten Berechnungsgleichung auf der Grundlage der Reifendrehzahldifferenz abgeleitet ist, wobei zur Mitteilung der Beurteilung der Fahrzeuglaufzustand berücksichtigt wird, wird die vorstehend genannte Abweichungsbreite geändert. Die Abweichungsbreite steht nicht fest bzw. ist kein fixer Wert, und die geeignetste Abweichungsbreite, die die Fahrzeuggeschwindigkeit wiedergibt, wird eingestellt, und die Reifenluftdruckanomalie wird beurteilt.

Die vorliegende Erfindung, durch die eine Reifenluftdruckanomalie bestimmt und ein Warnsignal abgegeben wird, indem ein Signal verwendet wird, das von einem Fahrzeugradsensor ermittelt wird, der den Reifenzustand jedes der Fahrzeugreifen individuell ermittelt, wird das vorstehend genannte dritte Ziel dadurch erreicht, daß eine Beurteilungseinrichtung vorgesehen ist. Nachdem der Abweichungswert, der aus der vorstehend genannten Berechnungsgleichung auf der Grundlage der Drehzahldifferenz jedes Reifens ermittelt wird, als positiv oder negativ erhalten worden ist, wird eine Reifenluftdruckanomaliebeurteilung auf der Grundlage eines Vergleichs des vorstehend genannten Abweichungswerts mit der Abweichungsbreite unter Verwendung der vorbestimmten Breite innerhalb einer vorbestimmten Zeitperiode ausgeführt. Für eine mit einer Warneinrichtung zur Mitteilung der Beurteilungsergebnisse ausgerüsteten Reifenluftdruckwarnvorrichtung ist erfindungsgemäß eine Festsetzungseinrichtung vorgesehen, durch die der Reifen als Reifen mit anormalen Luftdruck festgesetzt wird, wenn das Integral des Bereichs (Betrags), um den der vorstehend genannte positive oder negative Wert die vorstehend genannte Abweichungsbreite innerhalb der vorstehend genannten vorbestimmten Zeit übertrifft hat, größer wird als ein vorbestimmter Wert. Der festgesetzte Reifen wird durch die vorstehend genannte Warneinrichtung mitgeteilt.

Eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die eine Reifenluftdruckanomalie unter Verwendung eines Signals bestimmt, das von einem Fahrzeugradfühler ermittelt worden ist, der den Reifenzustand jedes der Fahrzeugreifen individuell ermittelt, und die ein Warnsignal ausgibt, ist vorzugsweise mit einer Beurteilungseinrichtung ausgestattet, durch die der Benutzer über den festgesetzten Reifen durch die vorstehend genannte Warnvorrichtung informiert wird, wenn, nachdem der Abweichungswert, der aus der vorstehend genannten Berechnungsgleichung auf der Grundlage der Drehzahldifferenz jedes Reifens bestimmt wird, einen positiven oder negativen Wert angenommen hat, wobei eine Reifenluftdruckanomaliebeurteilung auf der Grundlage eines Vergleichs der Abweichungsbreite unter Verwendung einer vorbestimmten Breite mit dem vorstehend genannten Abweichungswert innerhalb einer vorbestimmten Zeitperiode ausgeführt wird, wobei für die mit einer Warneinrichtung versehenen Reifenluftdruckwarnvorrichtung zum Mitteilen der Beurteilungsergebnisse eine Festsetzungseinrichtung derart vorgesehen ist, daß dann, wenn das Integral des Bereichs (Betrags) um den der vorstehend genannte positive oder negative Wert die vorstehend genannte Abweichungsbreite übertrifft, innerhalb der vorbestimmten Zeit größer als ein vorbestimmter Wert wird.

Bei einer Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die ein Ermittlungssignal von Radgeschwindigkeitssensoren für sämtliche vier Reifen verwendet und eine Abnahme des Reifenluftdrucks ermittelt und ein Warnsignal ausgibt, ist zur Erreichung des vierten Ziels erfindungsgemäß ein Radgeschwindigkeitssensor vorgesehen, der die Radgeschwindigkeit für jedes der vier Räder ermittelt. Die Vorrichtung ist mit einer Datensammeleinrichtung ausgerüstet, durch die die ermittelten Impulssignale von den vier Radsensoren gelesen und gezählt werden, und durch die die vier Radrelativgeschwindigkeitsdaten in einem Speicher abgespeichert werden, wenn sämtliche Zähldaten einen vorbestimmten Wert übertreffen. Erfindungsgemäß ist außerdem eine Start/Rücksetzeinrich-

tung vorgesehen, durch die, wenn beim Einlesen der ermittelten Signale von den Radgeschwindigkeitssensoren innerhalb eines ersten feststehenden Zeitintervalls das ermittelte Signal von den vier Radgeschwindigkeitssensoren nicht eingegeben wird, die Zählwerte für die vier Signale in der vorstehend genannten Datensammeleinrichtung zurückgesetzt werden. In der Datensammeleinrichtung wird jedes von den vier Radgeschwindigkeitssensoren ermittelte Impulssignal gelesen und gezählt, wenn jeder gewonnene Zählwert einen vorbestimmten Wert übertrifft, und die vier Radrelativgeschwindigkeitsdaten werden in einem Speicher gespeichert. Wenn mit Bezug auf die Start/Rücksetzeinrichtung das Lesen der ermittelten Signale gestartet wird, und wenn die von den vier Radgeschwindigkeitssensoren ermittelten Signale nicht eingegeben werden, werden die vier Zählwerte für die ermittelten Signale in der Datensammeleinrichtung zurückgesetzt.

Wenn die Radumdrehung instabil ist, nimmt die Geschwindigkeit jedes der nichtangetriebenen Räder ab, weil das Impulssignal von den vier Radgeschwindigkeitssensoren nicht innerhalb des ersten feststehenden Zeitsignals eingegeben werden können; daßelbe gilt, wenn eine der Radgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder größer wird. In den Fällen einer instabilen Radumdrehung wird die Radgeschwindigkeitsermittlung unterbunden, da die vier ermittelten Signalzählraten zurückgesetzt werden, so daß die Zuverlässigkeit des ermittelten Signals verbessert wird. Auf diese Weise wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung erhöht.

Eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die das Signal verwendet, das von den Radgeschwindigkeitssensoren der vier Räder eines Kraftfahrzeugs ermittelt wird und eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt und ein Warnsignal ausgibt, ist vorzugsweise mit Radgeschwindigkeitsfühler ausgerüstet, durch die die Radgeschwindigkeit der vier Fahrzeugräder ermittelt wird, und mit einer Datensammeleinrichtung, durch die die vorstehend genannten ermittelten Impulssignale von den vier Radgeschwindigkeitssensoren gelesen und gezählt werden, wobei die vier gewonnenen Radrelativgeschwindigkeitsdaten in einem Speicher abgespeichert werden, sobald sämtliche dieser Daten einen vorbestimmten Wert übertreffen. Die Vorrichtung ist außerdem vorzugsweise mit einer Endrücksetzeinrichtung derart ausgerüstet, daß, wenn innerhalb eines zweiten feststehenden Zeitintervalls von der Zeit, wenn ein Zählsignal der ermittelten Signale eines der Radgeschwindigkeitssensoren den vorbestimmten Wert übertroffen hat, dann wenn der Zählwert der ermittelten Signale der anderen Radgeschwindigkeitssensoren den vorbestimmten Wert nicht übertroffen hat, die vier Zählwerte für die ermittelten Signale in der vorstehend genannten Datensammeleinrichtung zurückgesetzt werden. Wenn ein instabiler Reifenumdrehungszustand vorliegt, wird die Reifengeschwindigkeitsermittlung unterbunden oder gelöscht, wodurch die Zuverlässigkeit des ermittelten Signals verbessert wird. Dadurch wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung erhöht.

Eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die die Signale verwendet, die von den Radgeschwindigkeitsfühlern der vier Räder des Fahrzeugs ermittelt werden, und die eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt und ein Warnsignal abgibt, ist vorzugsweise mit Radgeschwindigkeitsfühlern derart ausgerüstet, daß die Radgeschwindigkeit der vier Fahrzeugräder ermittelt werden, und mit einer Datensammeleinrichtung, durch die die vorstehend genannten ermittelten Impulssignale von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern gelesen und gezählt werden, wobei die gewonnenen vier Radgeschwindigkeitsrelativdaten in einem Speicher abgespeichert werden, wenn sämtliche Zählraten einen vorbestimmten Wert übertreffen. Ferner ist die Vorrichtung mit einer Start/Rücksetzeinrichtung ausgestattet, durch die die Zählwerte für die vier ermittelten Signale in der vorstehend genannten Datensammeleinrichtung zurückgesetzt werden, wenn beim Lesen der ermittelten Signale von den Radgeschwindigkeitsfühlern das innerhalb eines ersten feststehenden Zeitintervalls ermittelte Signal von den vier Geschwindigkeitsfühlern nicht eingegeben wird. Außerdem ist vorzugsweise eine End/Rücksetzeinrichtung vorgesehen, durch die die vier Zählwerte für die ermittelten Signale in der Datensammeleinrichtung zurückgesetzt werden, wenn innerhalb eines zweiten feststehenden Zeitintervalls und der Zeit, wenn ein Zählsignal von den ermittelten Signalen von einem der Radgeschwindigkeitsfühler den vorbestimmten Wert überschritten hat, während der Zählwert der ermittelten Signale von den anderen Radgeschwindigkeitsfühlern den vorbestimmten Wert nicht überschritten hat. In der Datensammelvorrichtung wird jedes der vier Impulssignale von den Radgeschwindigkeitsfühlern gelesen und gezählt, und dann wenn jedes der Zählwerte den vorbestimmten Wert erreicht, werden die vier Radrelativdaten in einem Speicher abgespeichert. In der Start/Rücksetzeinrichtung werden die Zählwerte für die vier ermittelten Signale zurückgesetzt, wenn das Lesen der ermittelten Signale begonnen hat, falls das ermittelte Signal für die vier Geschwindigkeitsfühlern nicht innerhalb des ersten feststehenden Zeitintervalls eingegeben werden kann.

Wenn die Radumdrehung instabil ist, nimmt die Radgeschwindigkeit eines jeden der nichtangetriebenen Räder ab, weil das Impulssignal von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern nicht innerhalb des ersten feststehenden Zeitintervalls eingegeben werden kann, wie dies auch der Fall ist, wenn eine der Radgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder anwächst. Da in diesen Fällen die vier ermittelten Signalzählraten zurückgesetzt werden, wird die Reifengeschwindigkeit für den Fall, daß der Radumdrehungszustand einen instabilen Zustand aufweist, gelöscht, wodurch die Zuverlässigkeit des ermittelten Signals verbessert wird. Auf diese Weise wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung erhöht. Nachdem der Zählwert für das ermittelte Signal an der Zählwiederstarteinrichtung durch die Start/Rücksetzeinrichtung zurückgesetzt worden ist, stagniert die Ermittlung von oder durch den Radgeschwindigkeitssensor nicht, weil das Zählen jedes ermittelten Signals durch die Wiederstarteinrichtung erneut gestartet wird.

Da für die Datensammelvorrichtung jedes der vier Impulssignale von den Radgeschwindigkeitsfühlern gelesen und gezählt wird, wenn jedes der Zählwerte den vorbestimmten Wert erreicht, werden die vier Radgeschwindigkeitsrelativdaten in einem Speicher abgespeichert. Zu der Zeit, wenn das Zählsignal von einem der ermittelten Signale von einem der Radgeschwindigkeitsfühler den vorbestimmten Wert übertroffen hat, und wenn die Zählwerte von den ermittelten Signalen der anderen Radgeschwindigkeitsfühler den vorbestimmten Wert innerhalb eines zweiten festgesetzten Zeitintervalls nicht übertroffen haben, werden die vier ermittelten



Signale in der End/Rücksetzung in der Datensammeleinrichtung zurückgesetzt. Wenn der Radumdrehungszustand instabil ist, weil die Zählwerte für die vier ermittelten Werte das festgesetzte Zeitintervall nicht übertreffen, wird die Radgeschwindigkeitsermittlung gelöscht oder unterbunden, da die Zählwerte für die vier ermittelten Signale zurückgesetzt werden, wenn ein instabiler Radumdrehungszustand vorliegt, so daß die Zuverlässigkeit der ermittelten Signale verbessert ist. Auf diese Weise wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung verbessert. Durch Vorsehen der Datensammeleinrichtung, der Start/Rücksetzungseinrichtung und der Endrücksetzungseinrichtung wird sowohl dann, wenn die Zählung gestartet wird wie dann, wenn sie beendet wird, das ermittelte Signal sorgfältig ausgewählt, wodurch die Zuverlässigkeit des ermittelten Signals erhöht wird und wodurch die Reifenluftdruckbeurteilungsgenauigkeit und -zuverlässigkeit verbessert wird.

Mit einer Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die die Radgeschwindigkeiten von jedem der vier Fahrzeugräder auswertet und bestimmt, ob eine Luftdruckabnahme vorliegt und ein Warnsignal ausgibt, wird das vorstehend genannte fünfte Ziel dadurch erreicht, daß eine Radgeschwindigkeitsermittlungsvorrichtung vorgesehen ist, die die Radgeschwindigkeit für die vier Räder des Fahrzeugs ermittelt, eine Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung, die unter Auswertung der durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelten Radgeschwindigkeit beurteilt, ob eine Abnahme des Reifenluftdrucks vorliegt, eine spezielle Bedingungsermittlungseinrichtung oder eine Einrichtung zum Ermitteln einer speziellen Bedingung oder eines speziellen Zustands, die ermittelt, ob das Fahrzeug oder die Straßenoberfläche eine spezielle Bedingung oder einen speziellen Zustand aufweisen, die oder der nicht geeignet ist für die Reifenluftdruckbeurteilung, und eine Unterbindungs- oder Verhinderungseinrichtung, durch die die Reifenluftdruckbeurteilung unterbunden wird, wenn die spezielle Zustandsermittlungseinrichtung einen speziellen Zustand ermittelt. Auf der Grundlage der Fahrzeugradgeschwindigkeit, die durch die Radgeschwindigkeitseinrichtung ermittelt worden ist, wird durch die Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung unter Auswertung der ermittelten Radgeschwindigkeiten beurteilt, ob eine Luftdruckabnahme vorliegt oder nicht. Wenn die spezielle Zustandsbestimmungseinrichtung ermittelt, daß das Fahrzeug oder die Straßenoberfläche einen Zustand haben, der für die Beurteilung des Reifenluftdrucks nicht geeignet ist, unterbindet die Unterbindungseinrichtung für den Fall, daß ein spezieller Zustand ermittelt wird, die Reifenluftdruckbeurteilung im oder durch die Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung. Wenn die vorstehend genannten speziellen Zustände nicht geeignet sind für die Reifenluftdruckbeurteilung, wird die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit durch Unterbinden dieser Beurteilung erhöht, und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung wird verbessert.

Zur Erzielung des vorgenannten sechsten Ziels ist eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die die Radgeschwindigkeit jedes der vier Fahrzeugräder auswertet und bestimmt, ob eine Luftdruckabnahme vorliegt und ein Warnsignal ausgibt, erfindungsgemäß mit einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung versehen, die die Radgeschwindigkeit für jedes der Fahrzeugräder ermittelt, mit einer Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung, die die Radgeschwindigkeit auswertet, die durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelt worden ist, und die beurteilt, ob der Reifenluftdruck abgenommen hat, eine Straßenoberflächenzustandsermittlungseinrichtung zum Ermitteln des Zustands der Straßenoberfläche, und eine Radgeschwindigkeitsbereichseinstellungseinrichtung, durch die, unter Auswertung oder Verwendung der Straßenzustände, die durch die Straßenzustandsermittlungseinrichtung ermittelt worden sind, der zulässige Geschwindigkeitsbereich für die Reifenluftdruckbeurteilung eingestellt wird, die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelt die Radgeschwindigkeit für die vier Fahrzeugräder. Die Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung verwendet die Radgeschwindigkeiten, die von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelt worden ist und beurteilt, ob eine Abnahme des Reifenluftdrucks vorliegt. Durch die Straßenoberflächenermittlungseinrichtung wird der Straßenoberflächenzustand ermittelt, und in der Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichseinstellungseinrichtung wird durch Anlegen oder Auswerten der Resultate der Straßenoberflächenermittlungsvorrichtung unter Berücksichtigung der Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung der Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich ermittelt, innerhalb welchem die Luftdruckbeurteilung zulässig ist. Mittels des festgesetzten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs wird entsprechend der Straßenoberfläche die Reifenluftdruckbeurteilung zugelassen, und die Genauigkeit der Radgeschwindigkeitsermittlung wird erhöht, wodurch die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung verbessert wird.

Zur Erzielung des vorstehend genannten siebten Ziels wird eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, welche die Radgeschwindigkeit eines jeden der vier Fahrzeugräder auswertet und bestimmt, ob ein Reifendruckverlust vorliegt und eine Warnung ausgibt, mit folgenden Einrichtungen versehen: eine Radgeschwindigkeitsermittlungsvorrichtung, die die Radgeschwindigkeit für sämtliche vier der Fahrzeugräder ermittelt, eine Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung, durch die unter Verwendung der Radgeschwindigkeit von der Radgeschwindigkeitsermittlungsvorrichtung mit einer vorbestimmten Radgeschwindigkeit ein Anfangseinstellungsprozeß ausgeführt wird, und eine Luftdruckbeurteilungsprozeßeinrichtung, durch die die ermittelte Radgeschwindigkeit von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung und die Prozeß- oder Rechenresultate der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung oder der Anfangswertberechnungseinrichtung empfangen wird, und durch die in Übereinstimmung mit der Anfangseinstellungsermittlungsvorrichtung für eine feststehende Zeitperiode oder eine feststehende Fahrstrecke nach der Berechnung oder Prozeßausführung ein zweiter Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich ermittelt oder festgelegt wird, der breiter ist als der erste Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, in dem der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß ausgeführt wird. Die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelt die Radgeschwindigkeit. Daraufhin führt die Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung unter Verwendung oder Auswertung der Radgeschwindigkeit, die von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelt worden ist, für einen ersten vorbestimmten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich die Verarbeitung oder Berechnung der Anfangseinstellung durch, um den Anfangszustand der vier Reifen zu kompensieren. Die Luftdruckbeurteilungseinrichtung führt die Luftdruckbeurteilung aus, indem sie die Radgeschwindigkeit und die Anfangseinstellungsprozeßresultate empfängt, sowie in Übereinstimmung mit der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung für eine

feststehende Zeitperiode oder eine vorbestimmte Fahrstrecke nach dem Prozeßausführung in dem zweiten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, der breiter ist als der erste Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich.

Da die Anfangseinstellungen ausgeführt werden, um die Anfangszustände der vier Reifen zu kompensieren, und da die Reifenluftdruckbeurteilung und die Kompensation des Herstellungsfehlers des Reifens nach einem Reifenwechsel oder für die speziellen Reifeneigenschaften durchgeführt werden kann, wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung verbessert.

Während der relativ schmale erste Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, der durch den Anfangseinstellungsprozeß festgelegt worden ist und durch die ermittelte Radgeschwindigkeit geeignet erscheint, eine Erhöhung der Genauigkeit erbringt, ist der zweite Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, der breiter ist als der erste Bereich, praxisnäher, weil die Reifenluftdruckbeurteilung über einen größeren Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich ausgeführt werden kann.

Zur Erzielung des vorstehend genannten achten Ziels wird eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die die Radgeschwindigkeit eines jeden der vier Fahrzeugräder auswertet und bestimmt, ob ein Reifendruckverlust vorliegt sowie eine Warnung ausgibt, erfindungsgemäß mit folgenden Einrichtungen versehen: eine Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung, die die Geschwindigkeit eines jeden der vier Fahrzeugräder ermittelt, eine Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zum Errechnen eines Kompensationskoeffizienten zum Kompensieren der Anfangszustände der vier Reifen unter Verwendung der ermittelten Fahrzeuggeschwindigkeit, die von der Fahrzeuggeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ausgegeben wird, wenn vorbestimmte Koeffizientenberechnungsbedingungen erfüllt sind, eine Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung zum Auslösen der Anfangseinstellungen durch die Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung und eine Bedingungsabmilderungseinrichtung, um die Koeffizientenberechnung abzumildern, wenn nach Ablauf der festgesetzten Zeitperiode der Auslösebefehl durch die Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung eingegeben worden ist, die Anfangseinstellungen jedoch nicht beendet worden sind. Durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung wird die Radgeschwindigkeit ermittelt, woraufhin der Anfangseinstellungsauslösebefehl durch den Anfangseinstellungsauslöseschalter eingegeben wird, wobei die Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung die ermittelte Radgeschwindigkeit auswertet, wobei dann, wenn die Koeffizientenberechnungsbedingungen erfüllt sind, der Kompensationskoeffizient zum Kompensieren der Anfangszustände der vier Reifen berechnet wird. Wenn jedoch nach einer feststehenden Zeitperiode, obwohl der Auslösebefehl eingegeben worden ist, die Anfangseinstellungen nicht beendet oder vervollständigt sind, wird die Koeffizientenberechnungsbedingung abgemildert. Wenn unter Berücksichtigung des montierten Fahrzeugreifens oder des Straßenoberflächenzustands nach Auslösung der Anfangseinstellungen und nach Ablauf einer feststehenden Zeitperiode der Anfangseinstellungsprozeß nicht beendet ist, weil die Koeffizientenberechnungsbedingung abgemildert ist, wird die Beendigung des Anfangseinstellungsprozesses gefördert, der Kompensationskoeffizient wird berechnet, und der Kompensationskoeffizient kann zur Reifenluftdruckbeurteilung verwendet werden.

Vorzugsweise ist eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, welche die Radgeschwindigkeiten eines jeden der vier Fahrzeugräder auswertet und bestimmt, ob ein Luftdruckverlust vorliegt und eine Warnung ausgibt, mit folgenden Einrichtungen versehen: eine Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Geschwindigkeit eines jeden der vier Fahrzeugräder, eine Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zum Berechnen eines Kompensationskoeffizienten zum Kompensieren der Anfangszustände der vier Reifen unter Verwendung der Radgeschwindigkeit, die von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ausgegeben ist, wenn eine vorbestimmte Koeffizientenberechnungsbedingung festgesetzt ist, eine Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung zum Auslösen der Anfangseinstellungen durch die Anfangseinstellungseinrichtung, eine Bedingungsabmilderungseinrichtung zum Abmildern der Koeffizientenberechnung, wenn nach Eingeben des Auslösebefehls durch die Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung innerhalb einer vorbestimmten Fahrstrecke die Anfangseinstellungen nicht verändert worden sind. Wenn nach Eingabe des Auslösebefehls der Anfangseinstellungsprozeß nicht beendet worden ist, obwohl das Fahrzeug eine vorbestimmte Strecke zurückgelegt hat, wird die Koeffizientenberechnungsbedingung abgemildert.

Wenn unter Berücksichtigung des montierten Reifens oder des Straßenoberflächenzustands nach Auslösen der Anfangseinstellungen und Zurücklegen einer vorbestimmten Strecke durch das Fahrzeug, die Anfangseinstellungen nicht verändert worden sind, wird die Koeffizientenberechnungsbedingung abgemildert, die Beendigung oder Vervollständigung der Anfangseinstellungen wird gefördert und ein Kompensationskoeffizient berechnet. Dieser Berechnungskoeffizient wird durch die Reifendruckbeurteilung ausgewertet oder für diese verwendet.

Vorzugsweise wird eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung, welche die Radgeschwindigkeiten eines jeden der vier Fahrzeugräder auswertet und bestimmt, ob ein Luftdruckverlust vorliegt sowie eine Warnung ausgibt, mit folgenden Einrichtungen versehen: Eine Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung, die die Geschwindigkeit eines jeden der vier Räder des Fahrzeugs ermittelt, eine Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zur Berechnung eines Kompensationskoeffizienten zum Kompensieren der Anfangszustände der vier Reifen unter Verwendung der Radgeschwindigkeit, die von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ausgegeben wird, wenn eine vorbestimmte Koeffizientenberechnungsbedingung festgesetzt oder erfüllt ist, eine Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung zum Auslösen der Anfangseinstellungen durch die Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung, und eine Bedingungsabmilderungseinrichtung zum Abmildern der Koeffizientenberechnungsbedingung, wenn nach dem Eingeben des Auslösebefehls durch die Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung dieser Anfangsbefehl ein zweites Mal ausgegeben worden ist. Dadurch, daß der Auslösebefehl ein zweites Mal angegeben worden ist, wird die Koeffizientenberechnungsbedingung in der Bedingungsabmilderungseinrichtung abgemildert.

Wenn deshalb unter Berücksichtigung des montierten Reifens oder des Straßenoberflächenzustands der Anfangseinstellungsprozeß nicht reibungslos beendet worden ist und die Anfangseinstellungsauslöseschaltereinrichtung ein zweites Mal betätigt worden ist, werden die Anfangseinstellungen gefördert und der Kompensa-



tionskoeffizient wird berechnet, weil die vorstehend genannte Koeffizientenberechnungsbedingung abgemildert ist. Dieser Kompensationskoeffizient kann zur Reifenluftdruckbeurteilung verwendet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 einen Abriß des Aufbaus der Reifenluftdruckwarnvorrichtung,

Fig. 2A die Gleichung zur Bestimmung des Differentialwerts D aus den Differentialwert- und Unsicherheitskoeffizientengleichungen,

Fig. 2B die Gleichung zur Bestimmung des Unsicherheitskoeffizienten Cx,

Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des allgemeinen Ablaufs der Anomaliebeurteilung für einen Reifenluftdruck,

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Ermittlung, ob die Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen erfüllt sind,

Fig. 5A den Abweichungskoeffizienten D in seinem Normalbereich, wobei auf der y-Achse die Abweichungsbreite DS und auf der x-Achse die Zeit t aufgetragen sind,

Fig. 5B den Abweichungswert unter einer anormalen Bedingung,

Fig. 6A die Fahrzeuggeschwindigkeit V, die direkt proportional zur Abweichungsbreite DS ansteigt,

Fig. 6B die Abweichungsbreite DS, die direkt proportional zur ansteigenden Reifentemperatur bis hin zur Reifentemperatur B ist, und die sich nicht ändert, wenn die Reifentemperatur über die Temperatur B hinaus ansteigt,

Fig. 7 das Beurteilungsflußdiagramm auf der Grundlage der in Fig. 5A gezeigten Werte,

Fig. 8 das Flußdiagramm zur Beurteilung eines perforierten Reifens,

Fig. 9 das Flußdiagramm der Spezialbedingung bei perforiertem Reifen,

Fig. 10A die Änderung der Warnlampenanzeige in Abhängigkeit der Änderung des elektrischen Signals,

Fig. 10B eine Ausführungsform der Warnlampe,

Fig. 10C ein Beispiel einer Warnlampe,

Fig. 10D ein Beispiel einer Warnlampe,

Fig. 11 einen Abriß der Bauteile der Reifenluftdruckwarnvorrichtung,

Fig. 12 den Aufbau des Steuersystems,

Fig. 13 einen Teil des Flußdiagramms für den Leseprozeß des vom Radgeschwindigkeitsfühler ermittelten Signals,

Fig. 14 den restlichen Teil des Flußdiagramms von Fig. 13,

Fig. 15 einen Teil des Flußdiagramms für die Reifenluftdruckbeurteilung,

Fig. 16 den restlichen Teil des Flußdiagramms von Fig. 15,

Fig. 17 das Flußdiagramm für den im Kreis geführten Interrupt-Prozeß,

Fig. 18 das Flußdiagramm für den Beschleunigungs-/Verzögerungsbeurteilungsprozeß gemäß dem Interrupt-Prozeß,

Fig. 19 das Flußdiagramm zur Beurteilung des niedrigen Reibungskoeffizienten  $\mu$  der Straße in Übereinstimmung mit dem Interrupt-Prozeß,

Fig. 20 das Flußdiagramm zur Beurteilung des Straßenzustands

bzw. der schlechten Straße in Übereinstimmung mit dem Interrupt-Prozeß,

Fig. 21 das Flußdiagramm für den Anfangseinstellungsprozeß,

Fig. 22 ein Zeitdiagramm für den Radgeschwindigkeitsimpuls,

Fig. 23 ein Zeitdiagramm für die Zeitsteuerung der ermittelten Daten, bei Kreisführung des Prozesses, bei einer Beschleunigung/Verzögerung, bei einer Straße mit niedrigem  $\mu$ ,

Fig. 24 ein Zeitdiagramm für die Zeitsteuerung der ermittelten Daten, wenn die Straße schlecht ist,

Fig. 25 ein Zeitdiagramm für die Zeitsteuerung der ermittelten Daten bei 400 Radumdrehungen,

Fig. 26 ein Zeitdiagramm für die ermittelte Zeit einer Radumdrehung (Radgeschwindigkeitsdaten),

Fig. 27 ein Zeitdiagramm der Differenz zwischen dem Beurteilungswert und dem variablen Anfangsbeurteilungswert ( $D - D_0$ ),

Fig. 28 ein Flußdiagramm der Routine zur Beurteilung der geeigneten Radgeschwindigkeit für die erste Abwandlung der Ausführungsform,

Fig. 29 ein Zeitdiagramm annehmbarer und zu verwerfender Daten des Schlupfmaßes und des abgelaufenen Werts,

Fig. 30 das Flußdiagramm für die Routine zur Beurteilung der geeigneten Radgeschwindigkeit für die zweite Abwandlung der Ausführungsform,

Fig. 31 das Flußdiagramm für die Routine zur Ermittlung geeigneter Radgeschwindigkeitsdaten für die dritte Abwandlung des Ausführungsbeispiels,

Fig. 32 das Flußdiagramm für die Routine zur Ermittlung geeigneter Radgeschwindigkeitsdaten für die vierte Abwandlung des Ausführungsbeispiels,

Fig. 33 das Flußdiagramm für die Routine zur Ermittlung geeigneter Radgeschwindigkeitsdaten für die fünfte Abwandlung des Ausführungsbeispiels,

Fig. 34 das Flußdiagramm für die Routine zur Ermittlung geeigneter Radgeschwindigkeitsdaten für die sechste Abwandlung des Ausführungsbeispiels,

Fig. 35 das Flußdiagramm für die Routine zur Einstellung der variablen Beurteilung für die siebte Abwandlung des Ausführungsbeispiels,

Fig. 36 das Flußdiagramm für die Routine zur Einstellung der variablen Beurteilung für die achte Abwandlung des Ausführungsbeispiels,

Fig. 37 ein Flußdiagramm des Anfangseinstellungsprozesses für die Reifenluftdrucksteuervariable Cx für die erste bevorzugte Ausführungsform,

Fig. 38 ein Flußdiagramm der Reifenluftdruckbeurteilungssteuerung für den Reifenluftdruckbeurteilungspro-

zeß für die erste bevorzugte Ausführungsform.

Fig. 39 das Flußdiagramm für die Reifenluftdruckbeurteilungsunterroutine von Fig. 37,

Fig. 40 ein Flußdiagramm des Berechnungsprozesses für den Schlecht-Straßenindex,

Fig. 41 eine Tabelle der anfangs eingestellten zulässigen Fahrzeuggeschwindigkeiten für den Koeffizienten

5 Cx,

Fig. 42 die zulässigen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereiche für die Reifenluftdruckbeurteilung,

Fig. 43 ein Diagramm der Luftdruckbeurteilungsvariablen E, bei normalem Reifenluftdruck,

Fig. 44 ein Diagramm der Luftdruckbeurteilungsvariablen E, bei anormalem Reifenluftdruck,

Fig. 45 ein Flußdiagramm des Impulssignalleseprozesses für die Reifenluftdruckbeurteilungssteuerung der

10 zweiten abgewandelten Ausführungsform,

Fig. 46 ein Flußdiagramm des Reifenluftdruckbeurteilungsprozesses für die zweite abgewandelte Ausführungsform,

Fig. 47 ein Flußdiagramm eines Teils der Unteroutine zur Beurteilung, ob die Bedingungen erfüllt sind, für die dritte Abwandlung der Ausführungsform,

15 Fig. 48 der Rest des Flußdiagramms von Fig. 47,

Fig. 49 ein Flußdiagramm für den Anfangseinstellungsprozeß für den Reifenluftdruckbeurteilungskoeffizienten Cx für die zweite bevorzugte Ausführungsform,

Fig. 50 ein Flußdiagramm für den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß für die Reifenluftdrucksteuerung der zweiten bevorzugten Ausführungsform,

20 Fig. 51 ein Flußdiagramm für die Reifenluftdruckbeurteilungsunterroutine von Fig. 41,

Fig. 52 die Eigenschaften der korrigierten Größe  $\alpha$ ,

Fig. 53 die Eigenschaften der korrigierten Größe  $\beta$ ,

Fig. 54 den Teil eines Flußdiagramms für die Reifenluftdruckbeurteilungsunterroutine der ersten Abwandlung der Ausführungsform,

25 Fig. 55 den Teil des Flußdiagramms für die Reifenluftdruckbeurteilungsroutine der zweiten Abwandlung der Ausführungsform,

Fig. 56 den Teil eines Flußdiagramms für den Anfangseinstellungsprozeß des Koeffizienten Cx für die Reifenluftdruckbeurteilung für die dritte bevorzugte Ausführungsform,

Fig. 57 den restlichen Teil des Flußdiagramms von Fig. 56,

30 Fig. 58 ein Zeitdiagramm der Raddurchmesservariablen R für die dritte bevorzugte Ausführungsform,

Fig. 59 ein Zeitdiagramm der Raddurchmesservariablen R für die dritte bevorzugte Ausführungsform, für den Fall, daß ein vorübergehender Reifen montiert ist,

Fig. 60 ein Flußdiagramm des Reifenluftdruckbeurteilungszeitermittlungsprozesses der vierten bevorzugten Ausführungsform,

35 Fig. 61 eine Eigenschaftentabelle.

In den Figuren sind die selben Teile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Die nachfolgend beschriebene bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Reifenluftdruckwarnvorrichtung ist für ein hinterradangetriebenes Personenzfahrzeug bestimmt, das mit Antirutschbremsen, ABS und TRC und dergleichen, ausgerüstet ist. Eine Reifendrehzahlmittlungsvorrichtung 7 zur Ermittlung der Reifendrehzahl  $F_n$  ist für jedes der rechten und linken Vorder- und Hinterräder 1, 2, 3 und 4 vorgesehen und so ausgebildet, daß diese Mehrzahl von Ermittlungseinrichtungen eine Steuervorrichtung 11 mit den Reifendrehzahlen  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  versorgt, die zur Steuerung der herkömmlich bekannten ABS-Vorrichtung (Antiblockiersystem) und TRC-Vorrichtung (Traktionssteuerung) benötigt werden. Ferner ist in der Steuervorrichtung 11 eine Warnlampe 10 vorgesehen, um den Fahrer über eine Reifenluftdruckanomalie zu informieren. Ein hinteres Differential 8 verbindet die hinteren Ränder über eine Abtriebswelle 6 antriebsmäßig mit einem Motor 5, wobei die Konstruktion so getroffen ist, daß die Drehzahl VM der Abtriebswelle ebenfalls in die Steuereinrichtung 11 eingegeben werden kann.

Außerdem ist ein Ersatzrad vorgesehen, das im Kofferraum platzsparend untergebracht ist, weil es, wie an sich bekannt, einen kleineren Durchmesser und eine geringere Breite als normal hat. Dieser Reifen kommt dann zum

50 Einsatz, wenn ein Reifen einen Plattfuß hat.

Zur Vereinfachung der Reifendrehzahlen  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  wird in der Steuereinrichtung 11 ein Abweichungswert D, wie in Fig. 2A gezeigt, sowie ein Unsicherheitskoeffizient Cx, wie in Fig. 2B gezeigt, bestimmt. Mit anderen Worten wird der Abweichungswert D bestimmt, indem die Reifendrehzahl  $F_n$  der Paare von Reifen 1 und 3, die auf der Diagonale liegen, die von der strichpunktierten Linie umgeben ist, und diejenige der Reifen 2 und 3, die auf der Diagonale liegen, die von der strichpunktierten Linie umgeben ist, getrennt addiert werden; daraufhin wird  $F_1 + F_3$  mit Cx multipliziert; (daraufhin wird hiervon  $(F_2 + F_4)$  abgezogen); das soweit erhaltene Resultat wird durch die doppelte mittlere Drehzahl dividiert.

Eine Reifenluftdruckanomalie wird auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem auf diese Weise bestimmten Abweichungswert D und der Abweichungsbreite  $D_s$  bestimmt, die eine vorbestimmte Breite hat, wobei es sich hierbei um den grundlegenden Prozeß handelt. Aufgrund dieses Vergleichs kann die Bestimmung der Reifenluftdruckanomalie bei hoher Geschwindigkeit bzw. Drehzahl ausgeführt werden (wobei die Anzahl der Verfahrensschritte innerhalb der Steuereinrichtung minimiert sind), wodurch die Hardwarekonstruktion der Steuereinrichtung 11 auf dem notwendigen Minimum gehalten, und die Kosten so niedrig wie möglich werden können.

65 Der Unsicherheitskoeffizient gemäß Fig. 2B — als Resultat der Division von  $F_2 + F_4$  durch  $F_1 + F_3$  — kann dazu verwendet werden, den Abweichungswert auf die anfängliche Größe oder den anfänglichen Zustand zurückzuführen. Bei Beginn der Fahrzeugbewegung hat üblicherweise nicht jeder Reifen genau denselben Zustand, weshalb es normal ist, daß der Luftdruck für jeden Reifen unterschiedlich ist. Die Reifen befinden sich



dann nicht im selben Zustand, und die Drehzahldifferenz kann durch die Reifenluftdruckwarnvorrichtung dann nicht genau bestimmt werden, wenn ein platter Reifen unmittelbar zurückliegen, repariert oder ersetzt worden ist, oder wenn das Fahrzeug keine hinreichend hohe Geschwindigkeit hat. Bei der Abweichungswert D dadurch errechnet wird, daß  $F1 + F3$  mit dem Unsicherheitskoeffizienten  $Cx$  multipliziert wird, wird eine Korrektur für Reifenwechsel und dergleichen aufgrund der Reparatur eines platten Reifens ausgeführt.

Falls sämtliche Reifen einen normalen Zustand haben, hat der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  einen Wert nahe "1" und damit keinen großen Einfluß auf den Abweichungswert D. Falls jedoch beispielsweise der Reifen 1 ein Ersatznotreifen 9 ist, nimmt  $Cx$  einen Wert kleiner 1 ein, weil  $F1$  einen größeren Wert annimmt, wenn andererseits die Luftdrücke der anderen Reifen 2, 3 und 4 anormal niedrig werden, nimmt der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  einen sich drastisch von "1" unterscheidenden Wert an, wodurch die Beurteilungsbedingungen nicht erfüllt sind. Wie nachfolgend beschrieben, wird dieser Fall von einer Warnanzeige begleitet.

Fig. 3 zeigt einen Überblick über den Ablauf der Bestimmung der Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage der Reifendrehzahldifferenz. Jedes nachfolgende Flußdiagramm kann als Bestandteil des Flußdiagramms von Fig. 3 angesehen werden, in dem es an geeigneter Stelle seinen Platz einnimmt. Im Hauptflußdiagramm 3 beginnt der Prozeß mit dem Schritt S1, mit dem die Reifendrehzahldaten usw. geeignet eingegeben werden. Fortgesetzt wird der Prozeß mit dem Schritt S2, durch den bestimmt wird, ob eine Flagge 1 gesetzt ist oder nicht. Wenn im Schritt S2 die Flagge 1 gesetzt ist, geht der Prozeß weiter mit Schritt S3, durch den beurteilt wird, ob der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  einen anormalen Wert hat oder nicht usw., und es wird beurteilt, ob die Beurteilungskriterien erfüllt sind oder nicht. Wenn die Beurteilungskriterien erfüllt sind, wird die Beurteilung durchgeführt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S4 fortgesetzt, demnach der Reifenluftdruck ermittelt wird. Für den Fall, daß im Schritt S2 die Flagge 1 nicht gesetzt ist, kehrt der Prozeß (an den Anfang) zurück.

Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm zur Beurteilung, ob die Beurteilungsbedingungen erfüllt sind. Insbesondere zeigt es ein Beispiel dafür, wann eine Warnung erfolgt, nachdem der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  im Vergleich zum Anfangszustand des vorstehend genannten Koeffizienten  $Cx$  als anormal beurteilt wird. Wenn in Fig. 4 der Prozeß zur Beurteilung, ob die Beurteilungsbedingungen erfüllt sind, im Schritt S11 eingeleitet wird, werden die Reifendrehzahldaten usw. eingegeben, und der Prozeß wird mit Schritt S12 fortgesetzt. Hier wird bestimmt, ob der Anfangszustand, demnach der Beurteilungsstartschalter SW an oder aus ist (für den Fall, daß der Fahrer den Schalter anschaltet). Oder es wird in dem strichliert umschlossenen Schritt S10 automatisch das Anfangszustandssignal ausgegeben, und es wird der Anfangszustand bestimmt, der beurteilt, ob die Anfangsbedingung erfüllt ist oder nicht, und der Prozeß wird mit dem Schritt S13 fortgesetzt, nachdem der Abweichungswert eine drastische Änderung zeigt, nachdem der Zündungsschalter angeschaltet ist oder nachdem die Diagnosestation der automatischen Fehlerdiagnosestation den Anfangszustand eingenommen hat.

Im Schritt S13 wird die nahe am Sitz des Fahrers angeordnete Lampe 10 eingeschaltet, und der Fahrer wird darüber informiert, daß die Vorbereitungen zur Reifenluftdruckbeurteilung abgeschlossen sind, und gleichzeitig wird die Flagge 0 gesetzt, um den Beurteilungsvorgang zu unterdrücken. Daraufhin wird der Prozeß mit dem Schritt S14 fortgesetzt, durch den der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  dadurch bestimmt wird, daß ermittelt wird, ob der Wagen sich in einem sicheren Fahrzustand befindet. Falls ein Vorliegen des Unsicherheitskoeffizienten  $Cx$  festgestellt werden kann, wird der Prozeß mit Schritt S15 fortgesetzt, und der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  wird entsprechend der Gleichung von Fig. 2B errechnet. Daraufhin wird durch den Schritt S16 beurteilt, ob der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  einen geeigneten Wert hat, d. h. nicht wesentlich von "1" abweicht, und für den Fall, daß es sich um einen geeigneten Wert handelt, wird der Prozeß mit dem Schritt S21 fortgesetzt. Wenn durch den Schritt S21 festgestellt wird, daß im Speicher ein alter Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  abgespeichert ist, wird dieser alte Wert durch den durch den Schritt S16 ermittelten neuen Wert ersetzt. Wenn im Speicher kein Wert abgespeichert gefunden wird, wird der aktuelle Wert in ihm abgespeichert. Weil der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  durch die vorgehenden Schritte abgespeichert wird, wird bei dem Abweichungswert D davon ausgegangen, daß er in seiner anfänglichen Einstellung vorliegt, so daß der Rechenvorgang durchgeführt werden kann. Der Prozeß wird deshalb mit dem Schritt S21 fortgesetzt, und der vorstehend erwähnte Anfangseinstellungsschalter wird auf "0" eingestellt, die Warnlampe wird ausgeschaltet und im Hauptflußdiagramm gemäß Fig. 3 wird die Flagge 1 gesetzt, da der Luftdruckbeurteilungsvorgang beginnt.

Wenn im Schritt S16 beispielsweise deshalb, weil ein Reifen soeben in ein ausgedehntes Schlagloch auf der Straße gelaufen ist, der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  stark von "1" abgewichen und unstabil ist, weil im Schritt S17 eine entsprechende Beurteilung über einen "unstabilen" Zustand bei Vorliegen eines unstabilen Unsicherheitskoeffizienten  $Cx$  stattgefunden hat, kehrt der Prozeß zum Schritt S14 zurück, und die auf den Schritt S14 folgenden Schritte werden erneut durchgeführt. Wenn andernfalls im Schritt S17 beurteilt wird, daß der Unsicherheitskoeffizient  $Cx$  stabil ist und stark von "1" abweicht und einen ungeeigneten Wert hat, weil der Reifenluftdruck anormal ist, wird die Warnlampe 10 im Schritt S19 eingeschaltet und veranlaßt den Fahrer, von ihr Notiz zu nehmen. Daraufhin wird der Prozeß mit dem Schritt S20 fortgesetzt, durch den der Anfangseinstellungsschalter auf "Null" gesetzt wird. Andernfalls wird durch den Schritt S18 festgestellt, daß der Unsicherheitskoeffizient nicht stark von "1" abweicht und einen geeigneten Wert aufweist, und der Prozeß kehrt zum Schritt S14 zurück, und von dort aus werden die nachfolgenden Schritte ausgeführt.

Durch Ablauf der vorstehend genannten Prozedur kann beispielsweise dann, wenn ein Ersatzreifen montiert worden ist oder eine solche Montage gerade stattgefunden hat, die Reifenluftdruckanomalie präzise aus der Differenz der Reifendrehzahl ermittelt werden, und aufgrund der Ermittlung des Unsicherheitskoeffizienten  $Cx$  durch den vorstehend genannten Prozeß und unmittelbar nach Fahrtbeginn kann eine Reifenluftdruckanomalie dem Fahrer problemlos gemeldet werden, und weil der Prozeß beispielsweise durchgeführt werden kann, bevor das Fahrzeug auf eine Autobahn gelangt, wird die sichere Funktion der Vorrichtung gewährleistet. Im vorstehend angeführten Beispiel ist der Steuerungsvorgang bis zum Beginn des Fahrvorgangs abgehandelt worden, weshalb nachfolgend der Vorgang bei laufenden Wagen näher beschrieben wird, der einen Vergleich des anhand

von Fig. 2A bestimmter Abweichungswerts D mit der Abweichungsbreite DS vorsieht, die eine vorbestimmte Breite hat, um in diesem Zustand das Vorliegen einer Reifenluftdruckanomalie zu ermitteln.

Fig. 5A zeigt den Abweichungswert D im normalen Betriebszustandsbereich, wobei auf der y-Achse die Abweichungsbreite DS und auf der x-Achse die Zeit aufgetragen ist. Demgegenüber zeigt Fig. 5B den Abweichungswert D für einen anormalen Betriebszustand. Fig. 6A zeigt, daß der Abweichungsbetrag direkt proportional zur Fahrzeuggeschwindigkeit ist und direkt mit der Fahrzeuggeschwindigkeit ansteigt, während Fig. 6B zeigt, daß der Abweichungsbetrag DS direkt proportional zur ansteigenden Reifentemperatur ist, und zwar bis zur Reifentemperatur B, nach welcher bei weiter ansteigender Reifentemperatur der Abweichungsbetrag DS nicht mehr ansteigt.

Wenn  $F1 + F3$  größer wird als  $F2 + F4$ s, wird, wie in Fig. 5A gezeigt, der Abweichungswert D positiv. Im umgekehrten Fall wird der Abweichungswert D negativ, die Abweichungsbreite DS in der Figur liegt im Bereich zwischen dem positiven DS1 und dem negativen DS1, und dies stellt den Bereich für normale Reifenluftdruckzustände dar. Der vom Fahrzeug erzeugte Abweichungswert D ist für normale Fahrbedingungen in der Figur durch die durchgezogenen und strichlierten Linien dargestellt, und dann, wenn während einer festen Zeitperiode T der Wert als in diesem Bereich liegend bestimmt wird, wird festgelegt, daß ein Normalzustand vorliegt.

Für den Fall, daß in Fig. 5B der Abweichungswert D innerhalb einer festgelegten Zeitperiode T über den durch einen positiven DS1 oder einen negativen DS1 bestimmten Bereich hinaus geht oder unter diesen abfällt (die durch strichpunktierte Linien festgelegt sind), wird der Reifenluftdruck als anormal beurteilt. Wenn in Fig. 5B mit anderen Worten der integrale Wert  $\Sigma D$ , demnach der Abweichungswert D über den positiven DS1-Wert hinausgegangen ist, größer ist als ein bestimmter Wert innerhalb einer bestimmten Zeitperiode T, wird der Beurteilungsvorgang für einen anormalen Reifenluftdruck durchgeführt. Unmittelbar nachdem der Abweichungswert D über den Minus-DS1-Wert hinausgegangen ist, springt der integrale Wert unvermittelt auf einen Wert jenseits dem positiven DS1-Wert und wird der Reifenluftdruck als anormal beurteilt. In den Fig. 5A und 5B sind die Plus- und Minus-DS2-Werte strichliert dargestellt und steigen direkt proportional mit einer Zunahme der Fahrzeuggeschwindigkeit A an. Auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit A ändert sich die Abweichungsbreite DS, und die mit einem fixen Wert der Abweichungsbreite DS verbundenen Probleme werden dadurch beseitigt. Dadurch, daß die Abweichungsbreite DS eine Erhöhung der Fahrzeuggeschwindigkeit A begleitend ansteigt, sowie deshalb, weil der Schaden aufgrund eines gelochten Reifens ebenfalls größer wird, wird der Schaden dadurch minimiert, daß die Abweichungsbreite DS2 breiter eingestellt wird als die Abweichungsbreite DS1.

Wie außerdem in Fig. 6B gezeigt, steigt der Abweichungswert DS2 direkt proportional zur Reifentemperatur B, bis der Temperaturwert B' erreicht ist, nach der sich dem Abweichungswert DS2 bei steigender Reifentemperatur nicht ändert, wobei davon ausgegangen werden kann, daß die Erhöhung des Reifenluftdrucks der Zunahme der Reifentemperatur entspricht, wenn die Reifenluftdruckbeurteilung durchgeführt wird. Zusätzliche Parameter zu den in der Fig. 6A + 6B dargestellten Parametern Fahrzeuggeschwindigkeit A und Reifentemperatur B sind die Last aufgrund der Fahrgastanzahl usw. oder ein Wert, der durch den Fühler für die aktive Fahrzeughochgeschwindigkeitsaufhängung bestimmt wird, der Giermomentwert, der G-Wert vorne/hinten sowie rechts/links usw.

Wie vorstehend gezeigt, können die Fahrzeugfahrbedingungen dadurch zum aktuellen Ausführen der Reifenluftdruckbestimmung verwendet werden, daß der Abweichungsbreitenwert DS nicht spezifiziert wird, sondern daß verschiedene Faktoren und der Abweichungswert DS2 geeignet geändert werden.

Fig. 7 zeigt ein Beurteilungsflußdiagramm auf der Grundlage der in Fig. 5B gezeigten Informationen. Nachdem der Unbestimmtheitskoeffizient  $C_x$  als normal ermittelt worden ist, wird die Reifenluftdruckbeurteilung gestartet, und der Prozeß wird mit dem Schritt S30 fortgesetzt, durch den der Beurteilungszeitgeber gestartet wird, und die Flagge wird auf "4" gesetzt. Daraufhin wird der Prozeß mit Schritt S31 fortgesetzt, durch den beurteilt wird, ob der Abweichungswert D, der durch die vorstehend genannte Gleichung bestimmt ist, größer ist als die positive Abweichungsbreite DS, weil in dem Fall, in dem er größer ist, der Zustand anormal ist, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S32 fortgeführt wird, wo beurteilt wird, ob die Flagge auf "2" gesetzt ist oder nicht, wobei in dem Fall, daß die Flagge auf "2" gesetzt ist, der Prozeß mit dem Schritt S33 fortgesetzt wird, durch den der k-Integralwert  $S_k$  auf 1 plus dem vorausgehenden Integralwert  $S_{k-1}$  gesetzt wird, worauf der Schritt S35 folgt, durch den die Flagge auf "2" gesetzt wird. Andernfalls wird durch den Schritt S32 für den Fall, daß die Flagge nicht auf "2" gesetzt ist, der Integralwert auf 0 eingestellt, und der Prozeß wird mit Schritt S35 fortgesetzt. Vom Schritt S35 ausgehend folgt als nächster Prozeß der Schritt S41, durch den beurteilt wird, ob die feststehende Zeitperiode T (für den Zyklus) abgelaufen ist oder nicht.

Wenn im Schritt S31 festgestellt wird, daß der Abweichungswert D kleiner zu beurteilen ist als die positive Abweichungsbreite DS, wird der Prozeß mit dem Schritt S36 fortgesetzt, durch den beurteilt wird, ob der Abweichungswert D kleiner ist als die negative Abweichungsbreite DS oder nicht. Wenn bei diesem Schritt S36 der Abweichungswert D als kleiner beurteilt wird als die negative Abweichungsbreite DS, wird er als am Minimum liegend für die vorliegende Beurteilung als anormal definiert. Da es jedoch Fälle gibt, in denen dieser einfach durch Geräusche verursacht sein kann, wird der Prozeß mit dem Schritt S37 fortgesetzt, wo überprüft wird, ob die Flagge auf "3" gesetzt ist oder nicht, um genügend Zeit verstreichen zu lassen, damit die Beurteilung getroffen werden kann. Wenn die Flagge beim Schritt S37 auf "3" gesetzt ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S38 fortgesetzt, durch den, nachdem zum vorausgehenden Integralwert zur Einstellung des  $\Sigma S_k$ -Werts  $\Sigma S_{k-1}$  addiert worden ist, der Prozeß mit dem Schritt S41 fortgesetzt, wo er darauf wartet wird, daß die Zeit abläuft.

Wenn im Schritt S36 der Abweichungswert D nicht als kleiner als die negative Abweichungsbreite DS beurteilt wird, kehrt der Prozeß zum Schritt S31 zurück.

Wenn beim Schritt S37 die Flagge nicht auf "3" gesetzt ist, wird die Flagge beim Schritt S39 auf "3" gesetzt, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S40 fortgesetzt wird, durch den der Integralwert  $\Sigma S_k$  auf "Null" gesetzt



wird, woraufhin sich der Schritt S41 anschließt, durch den geprüft wird, ob die Zeit T abgelaufen ist. Wenn die Zeit T abgelaufen ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S42 fortgesetzt, während andererseits, solange bis die Zeit T abläuft, der Prozeß zum Schritt S31 zurückkehrt. ... Schritt S42 wird die Flagge auf "4" gesetzt, und die Beurteilungsvorbereitungen für die finale Beurteilung auf der Grundlage der vorausgehenden Reihe von Schritten werden ausgeführt, indem der Prozeß mit dem Schritt S43 fortgesetzt wird, durch den beurteilt wird, ob der Integralwert  $S_k$  oder der Integralwert  $\Sigma S_k$  den vorbestimmten Wert übertroffen hat oder nicht, und wenn dies der Fall ist, wird durch den Schritt S44 beurteilt, ob eine Reifenluftdruckanomalie vorliegt. Wenn der Wert andererseits als über dem vorbestimmten Wert liegend beurteilt wird, führt der Prozeß einen Rücksprung aus.

Wenn daraufhin im Schritt S44 der Reifenluftdruck als anormal beurteilt wird, wird durch den Schritt S45 die Warnlampe angeschaltet, und für den Fall, daß das Fahrzeug mit einer ABS-Vorrichtung ausgerüstet ist, werden automatische Steuermaßnahmen durchgeführt, um den Bremsvorgang zuverlässig zu steuern. In dem ähnlichen Fall, daß ein Fahrzeug mit dem TRC-System oder 4WS-System ausgestattet ist, werden automatische Steuermaßnahmen durchgeführt, um diese Systeme zuverlässig zu betreiben, und diese Steuermaßnahmen werden fortgesetzt, bis der Reifen in normale Betriebszustände zurückgeführt ist.

Wenn bei dem vorstehend angeführten Prozeß die Ermittlung der Reifendrehzahl mit befriedigendem Ergebnis ausgewertet worden ist, ist es möglich, die Systemgeräusche zu beseitigen, und die Reifenluftdruckanomalie genau zu bestimmen.

Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm für den Fall eines platten Reifens. In Fig. 5B ist durch die strichlierte Linie der Fall gezeigt, daß der Abweichungswert D größer ist als der absolute Wert der Abweichungsbreite DS2. Dies weist auf einen plötzlichen Verlust des Reifendrucks aufgrund eines platten Reifens hin, so daß hier ein Fall vorliegt, bei dem die Beurteilung, ob ein platter Reifen vorliegt, durchgeführt werden sollte. Beim Start in Fig. 8 gezeigten Prozesses wird durch den Schritt S50 der absolute Wert der Abweichungsbreite DS2 mit dem absoluten Wert des Abweichungswerts D verglichen, und falls der absolute Wert des Abweichungswerts D größer ist als der absolute Wert der Abweichungsbreite DS2, wird der Prozeß mit dem Schritt S51 fortgesetzt, wo der Prozeß verweilt, bis die Zeit T abgelaufen ist, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S52 fortgesetzt wird. Nachdem durch den Schritt S52 geprüft worden ist, ob die Schritte S50 und S51 eine vorbestimmte Anzahl U x durchgeführt worden ist, wie vorstehend angegeben, wird der Prozeß für den Fall, daß der Absolutwert des Abweichungswerts D größer ist als der Absolutwert der Abweichungsbreite DS2, mit dem Schritt S53 fortgesetzt, und die Beurteilung, ob ein platter Reifen vorliegt, wird ausgeführt. Als ein Ergebnis wird die Warnlampe angeschaltet, und in dem Fall, daß das Fahrzeug mit einer ABS-Vorrichtung ausgestattet ist, werden automatische Steuermaßnahmen durchgeführt, um den Bremsvorgang zuverlässig zu steuern. Für den ähnlichen Fall, daß das Fahrzeug mit dem TRC-System oder dem 4WS-System ausgestattet ist, werden automatische Steuermaßnahmen durchgeführt, um das System zuverlässig zu betreiben, und diese Steuermaßnahmen werden fortgesetzt, bis der Reifen auf seine normalen Betriebszustände zurückgeführt ist. Auf diese Weise wird die Beurteilung über das Vorliegen eines platten Reifens durchgeführt, Luftdruckanomalien, die in einem bestimmten feststehenden Zeitintervall auftreten, werden beurteilt, und die Beurteilung, ob ein platter Reifen vorliegt, kann ohne die Gefahr einer Fehlbeurteilung exakt durchgeführt werden.

Gemäß jedem der vorstehend beschriebenen Flußdiagramme ist das Anschalten einer Warnlampe möglich, um den Fahrer darauf hinzuweisen, daß eine Reifenluftdruckanomalie-Beurteilung möglich ist, und das Einschalten dieser Lampe kann für die aktuelle Verwendung problemlos vorgesehen werden. Diese Art der Anzeige spezifiziert jedoch nicht, welcher der Reifen einen anormalen Luftdruckzustand hat. Die Festsetzung des Reifens ist jedoch wünschenswert. Um zu spezifizieren, welcher Reifen einen anormalen Reifendruckzustand hat, und um den Fahrer darüber zu informieren, wird der Prozeß gemäß dem Flußdiagramm von Fig. 9 zum Festsetzen des anormalen Reifens durchgeführt, und die Ergebnisse werden durch eine der Warnlampen, wie in den Fig. 10A bis 10D gezeigt, angezeigt.

Nach dem Start führt den Prozeß zum Festsetzen des anormalen Reifens, wie in Fig. 9 gezeigt, den Schritt S60 durch, durch den der aus der Gleichung in Fig. 2B abgeleitete Abweichungswert D und die Abweichungsbreite DS verglichen werden, und wenn der  $F_2 + F_4$ -Wert größer ist als der  $F_1 + F_3$ -Wert, und wenn der Abweichungswert D als größer ermittelt wird als die negative Abweichungsbreite DS, wird der Prozeß mit dem Schritt S64 fortgesetzt, und derjenige der Reifen 2 oder 4, von denen jeder ein Teil des Werts  $F_1 + F_4$  ist, der einen Plattfuß hat, wird bestimmt.

Daraufhin wird der Schritt S65 durchgeführt, durch den ein Vergleich des Werts  $F_4$ , der Drehzahl des durch das Differential 8 angetriebenen Reifens 4, mit  $V_m$ , der Drehzahl des Motors, multipliziert mit dem Endverzögerungsverhältnis, durchgeführt wird, und falls die Reifendrehzahl  $F_4$  größer ist als die Motordrehzahl  $V_m$ , wird durch den Schritt S67 festgelegt, daß der Reifen 4 einen Plattfuß hat, und der Prozeß wird mit dem Schritt S68 fortgesetzt. Durch den Schritt S68 wird die in den Fig. 10A bis 10D gezeigte Anzeige bewirkt, und der Fahrer wird darüber informiert, daß der Reifen 4 einen Plattfuß hat. Wenn andererseits durch den Schritt S65 festgestellt wird, daß die Reifendrehzahl  $F_4$  größer ist als die Motordrehzahl  $V_m$ , wird durch den Schritt S67 festgestellt, daß der Reifen 2 einen Plattfuß hat, worauf der Prozeß mit dem Schritt S68 fortgesetzt und die entsprechenden Ergebnisse für den Fahrer angezeigt werden.

Wenn im Schritt S60 andererseits der Vergleich des Abweichungswerts D und der Abweichungsbreite DS ausgeführt wird und der Wert von  $F_1 + F_3$  kleiner ist als der Wert für  $F_2 + F_4$ , und wenn ermittelt wird, daß der Abweichungswert D größer ist als die negative Abweichungsbreite DS, wird der Prozeß mit dem Schritt S61 fortgesetzt, durch den der Wert des Abweichungswerts D mit demjenigen der Abweichungsbreite DS verglichen wird, und falls der Abweichungswert D größer als die positive Abweichungsbreite DS beurteilt wird, wird durch den Schritt S63 festgesetzt, daß einer der Reifen 1 oder 3, die den  $F_1 + F_3$ -Wert bestimmen, anormal ist und einen Plattfuß hat. Wenn andererseits durch den Schritt S61 der Abweichungswert D als kleiner als die Abweichungsbreite DS bestimmt worden ist, weil eine Anomalie beim Prozeß der Beurteilung des Abweichungswerts D

vorliegt, wird der Prozeß mit dem Schritt S62 fortgesetzt, durch den eine Systemfehlfunktion ausgegeben wird, die Flagge wird auf "X" gesetzt, und der Prozeß führt einen Rücksprung zum normalen Fluß durch.

Der Prozeß wird mit dem Schritt S66 fortgesetzt, durch den der Vergleich des Werts F3, der Drehzahl des durch das Differential 8 angetriebenen Reifens 3 mit  $V_m$ , der Drehzahl des Motors multipliziert mit dem Endverzögerungsverhältnis durchgeführt wird, wobei dann, wenn die Reifendrehzahl F3 kleiner ist als die Motordrehzahl  $V_m$  durch den Schritt S67 festgesetzt wird, daß der Reifen 3 einen Plattfuß hat, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S68 fortgesetzt wird. Durch den Schritt S68 wird die in den Fig. 10A bis 10D dargestellte Anzeige bewirkt, und der Fahrer wird darüber informiert, daß der Reifen 3 einen Plattfuß hat. Wenn andererseits durch den Schritt S66 die Reifendrehzahl F3 als größer als die Motordrehzahl  $V_m$  befunden wird, wird durch den Schritt S67 festgesetzt, daß der Reifen 1 einen Plattfuß hat, woraufhin der Prozeß durch den Schritt S68 fortgesetzt und die entsprechenden Ergebnisse für den Fahrer angezeigt werden.

Fig. 10A zeigt die elektrischen Signale für die Warnlampe, Fig. 10B zeigt beispielhaft eine Ziffernanzeige der Warnlampe, Fig. 10C und 10D zeigen andere Warnlampenausführungsformen. In Fig. 10A ist der Fall gezeigt, daß der Reifen 1 oder der Reifen 3 durch das Flußdiagramm von Fig. 9 als einen Plattfuß aufweisend spezifiziert worden ist, und die Warnlampe zeigt, wie in der Figur wiedergegeben, während eines feststehenden Einschaltzeitintervalls eine Einpulsinformation, wodurch der Fahrer darüber informiert wird, daß der Reifen 1 einen Plattfuß hat. Falls der Reifen 3 einen Plattfuß hat, wird für das feststehende Einschaltzeitintervall eine Dreimpulsinformation für die Information angezeigt, daß der Reifen 3 einen Plattfuß hat. In ähnlicher Weise wird mit zwei oder vier Impulsen über einen entsprechenden Plattfuß des Reifens 2 oder 4 informiert. Mit diesem Anzeigeverfahren gemäß dem Flußdiagramm von Fig. 4 wird auf der Grundlage einer der in den Fig. 10A bis 10D gezeigten Warnlampen derjenige Reifen angezeigt, der einen Plattfuß hat.

Eine weitere Ausführungsform der Reifenplattfußanzeige besteht gemäß Fig. 10B aus einer Sieben-Segment-anzeigevorrichtung. Andererseits ist in Fig. 10C derjenige Reifen, der einen Plattfuß hat auf eine ebene Anzeigevorrichtung gedruckt, hinter der für jeden Anzeigemodus Lampen vorgesehen sind, und die Information über einen platten Reifen wird direkt angezeigt, wobei der Reifen 1 als FL, der Reifen 2 als FR, der Reifen 3 als RL und der Reifen 4 als RR bezeichnet ist. Fig. 10D zeigt eine Ausführungsform der Information über einen platten Reifen in Gestalt eines Piktogramms, wobei wiederum für jeden Anzeigemodus Lampen vorgesehen sind.

Durch die Spezifikation bzw. Anzeige desjenigen Reifens, der einen Plattfuß aufweist, entfällt die Notwendigkeit, das Fahrzeug zu verlassen, um festzustellen, welcher Reifen einen Plattfuß hat.

Um bei der vorstehend angeführten Ausführungsform die Differenz der Reifendrehzahlen zu ermitteln, wird eine Drehzahlermittlungseinrichtung 7 verwendet. Die Ermittlung dieser Drehzahl ist jedoch nicht auf eine solche Vorrichtung begrenzt. Vielmehr sind andere Verfahren zur Ermittlung der Drehzahl anwendbar, wie solche, durch die die Drehzahl aus der zurückgelegten Entfernung für jeden einzelnen Reifen bestimmt wird. Es wird das jeweils geeignete Verfahren ausgewählt.

Wie vorstehend ausgeführt, sieht es die Konstruktion der Reifenluftdruckwarnvorrichtung für den Fall, daß die Reifendrehzahldifferenz durch diese Vorrichtung ermittelt wird, vor, daß zumindest die Reifendrehzahlen kontinuierlich individuell ermittelt und ausgewertet werden. Eine genaue Ermittlung des Reifenluftdrucks wird durch eine Reifenluftdruckwarnvorrichtung dadurch gewährleistet, daß die Auswertung für sämtliche vier Reifen zu dem Zeitpunkt durchgeführt wird, wenn sämtliche vier Reifen denselben Zustand haben.

Durch die bestehende Konstruktion der Reifenluftdruckwarnvorrichtung wird für den Fall, daß die Reifendrehzahl durch diese Vorrichtung unter Verwendung der Fahrzeugfahrbedingungen ermittelt wird, eine zuverlässige Reifenluftdruckermittlung gewährleistet, wobei die Reifenluftdruckwarnvorrichtung ferner so ausgebildet ist, daß der einen Plattfuß aufweisende Reifen von der Innenseite des Fahrzeugs aus festgestellt werden kann.

Die vorstehend beschriebene Luftdruckwarnvorrichtung ist außerdem so konstruiert, daß sie für den Fall einer Ermittlung einer Reifendrehzahldifferenz gewährleistet, daß das vom fahrenden Fahrzeug erzeugte Geräusch den Prozeß nicht beeinträchtigt, wobei die Ermittlung des Reifenluftdrucks hinreichend genau durchgeführt wird.

In Fig. 11 ist eine zweite bevorzugte Ausführungsform einer Reifenluftdruckwarnvorrichtung für ein Personenkraftfahrzeug mit Hinterradantrieb und Antirutschbremsen gezeigt.

Wie in Fig. 11 gezeigt, hat dieses Fahrzeug linke und rechte (nichtangetriebene) Vorderräder 1' und 2' sowie angetriebene linke und rechte Hinterräder 3' und 4'. Der Motor 5 gibt seine Drehkraft über das automatische Getriebe an die Abtriebswelle 6 ab, die das Differential antreibt, durch welches Kraft an die linken und rechten Antriebsräder 3' und 4' übertragen wird.

Jedes Rad 1'—4' ist mit einem Rad (Reifen) einer (Brems)Scheibe 12—15, die sich gemeinsam mit dem Rad dreht und mit einem Bremssattel 21—24 versehen, die mit dem Bremsdruck beaufschlagt werden und die zum jeweiligen Rad gehörende Scheibe 12—15 bremsen. Diese Teile bilden zusammen die Bremsvorrichtung 31—34 und sind für jedes Rad ebenso vorgesehen wie ein Bremssteuersystem zum Steuern der Bremsseinheiten 31—34.

Dieses Bremssystem hat eine Kraftverstärkungs Vorrichtung 26, die die durch den Fahrer auf das Bremspedal übertragene Niederdruckkraft durch den Kraftverstärker 26 erhöht. Durch den Hauptzylinder 27 wird die Bremskraft als Funktion der erhöhten Niederdruckkraft abgegeben. Ausgehend vom Hauptzylinder 27 verzweigt sich die Vorderradbremssdruckzufuhrleitung 28 in zwei Leitungen, und diese beiden Vorderradbremsdruckzufuhrleitungen 29 und 30 sind mit den Sätteln 21 und 22 der Bremsseinheiten 31 und 32 der linken und rechten Vorderräder 1' und 2' verbunden. In der Vorderradbremssdruckzufuhrleitung 29 zur Bremsseinheit 31 des linken Rads 1' ist eine erste Blaseneinheit 36, und in der Vorderradbremssdruckleitung 30 zur Bremsseinheit 32 des rechten Rads 2' ist eine ähnlich zur ersten Blaseneinheit 36 ausgebildete zweite Blaseneinheit 37 vorgesehen.

Andererseits ist in der Hinterradbremssdruckzufuhrleitung 40 vom Hauptzylinder 27 ähnlich den ersten und zweiten Blaseneinheiten 36 und 37 eine dritte Blaseneinheit 43 vorgesehen. Die Hinterradbremssdruckzufuhrleitung 40 verzweigt sich stromab von der dritten Blaseneinheit 43 in zwei Leitungen, und die diese Hinterrad-



bremsdruckzufuhrzweigeleitungen 41 und 42 sind jeweils mit den Sätteln 23 und 24 der Bremseinheiten 33 und 34 für die linken und rechten Hinterräder 3' und 4' verbunden.

Das Bremssystem ist mit einem ersten Kanal versehen, der den Bremsdruck von der ersten Blaseneinheit 36 für die Bremseinheit 31 des linken Vorderrads 1' variabel steuert, mit einem zweiten Kanal, der den Bremsdruck von der zweiten Blaseneinheit 37 für die Bremseinheit 32 des rechten Vorderrads 2' variabel steuert und mit einem dritten Kanal, der den Bremsdruck von der dritten Blaseneinheit 43 für die Bremseinheiten 33 und 34 der linken und rechten Hinterräder 3' und 4' variabel steuert. Diese ersten bis dritten Kanaleinheiten sind so ausgelegt, daß sie unabhängig voneinander gesteuert werden.

Bei dem vorstehend genannten Bremssteuersystem ist eine Steuereinheit 44 zum Steuern der ersten bis dritten Kanäle vorgesehen. Eingangsseitig wird die Steuereinheit 44 beaufschlagt mit dem Bremssignal, das von dem Bremsschalter 46 herrührt, der ermittelt, ob das Bremspedal 25 AN oder AUS ist, mit dem Winkelsignal, das von dem Griff- oder Ballengriffsensor 47 herkommt, der den Griffwinkel ermittelt, und mit dem Radgeschwindigkeitssignal von den Radgeschwindigkeitsfühlern 51—54, das die Geschwindigkeit jeden Rads ermittelt. Durch das Anliegen dieser Signale wird ein Bremsdrucksteuersignal an die ersten bis dritten Blaseneinheiten 36, 37 und 43 ausgegeben und die Schlupfsteuerung (ABS-Steuerung) für die linken und rechten Vorderräder 1' und 2' und für die linken und rechten Hinterräder 3' und 4' wird parallel in jedem der ersten bis dritten Kanäle ausgeführt.

Für die in Fig. 12 gezeigte Steuereinheit sind die folgenden Signale vorgesehen: Das Bremssteuersignal BSs vom Bremsschalter 46, das Signal für den Winkel  $\Phi_h$  vom Winkelsensor 126, die Radgeschwindigkeitssignale Vw1—Vw4 von den Radgeschwindigkeitsfühlern 51 bis 54, das Fahrstreckensignal DD vom Fahrstreckenzähler 131, das Neigungswinkelsignal  $\Phi_k$  vom Neigungsermittlungssensor 132, der den Neigungszustand des Fahrzeugkörpers (Straßenneigungszustand) ermittelt, das Einstellungssteuersignal ISs für die anfängliche Einstellung vom Anfangseinstellungsschalter 133, das Seitwärtsbeschleunigungssignal Gh vom Seitwärtsbeschleunigungssensor 135, das Giergeschwindigkeitssignal  $\Phi_v$  vom Giergeschwindigkeitssensor 136, die Hydraulikdrucksignale P1—P4 von den Hydraulikdruckfühlern 141—144, die den hydraulischen Druck der Öldruckkammer zur Lenkungseinstellung für die aktive Aufhängungsvorrichtung ermitteln, das Pbs-Schaltsignal vom Handbremsenschalter 137 für die Handbremsvorrichtung und schließlich das Signal von der ABS/TRC-Steuereinheit 150, das anzeigt, daß das ABS ebenso wie das TRC aktiv sind, wobei die vorstehend genannte Warnlampe 56 ebenfalls durch die Steuereinheit 150 gesteuert wird. Nachfolgend sollen die speziellen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Reifenluftdruckwarnvorrichtung näher erläutert werden.

Die Reifenluftdruckwarnvorrichtung ist aufgebaut aus den vorstehend genannten Radgeschwindigkeitsfühlern 51—54, dem Anfangseinstellungsschalter 55 (der im Instrumentenbrett angeordnet ist) zum Ausgeben des Kommandos zum Einstellen der anfänglichen Einstellungen für die Reifenluftdruckermittlung, und aus der Warnlampe 56, die im Steuerbrett installiert ist, usw. Einer Steuereinheit 50 sind Signale von den Radgeschwindigkeitsfühlern 51—54, der Anfangseinstellungsschalter 55 usw. vorgesehen, und die Warnlampe 56 wird durch die Steuereinheit 50 gesteuert.

Die vorstehend genannten Radgeschwindigkeitsfühler 51—54 bestehen entweder aus den Scheiben 12—15 oder aus getrennten, nicht dargestellten Ermittlungsscheiben, die in Verbindung mit den Sätteln 21—24 vorgesehen sind, welche elektromagnetische Einstreuungen von 48 Ermittlungselementen ermitteln.

Die vorgenannte Steuereinheit 50 besteht aus einem Wellensignalformgebungsschaltkreis, der aus dem von den Radgeschwindigkeitsfühlern 51—54 ermittelten Signal eine Welle bildet, aus einem A/D-Wandler, der eine A/D-Umwandlung eines jeglichen analog ermittelten Signals durchführt, aus einem Eingangs-/Ausgangsinterface, sowie einer CPU, einem ROM, einem RAM usw. In dem ROM ist das nachfolgend angeführte Steuerprogramm für die Reifenluftdruckermittlungssteuerung und -mappe abgespeichert. Im RAM sind sämtliche Speicherzahlen für die Steuerung (Puffer, Speicher, Flaggen, Zähler und Software usw.) abgelegt. Bei den vorstehend genannten Filter für den zeitvariablen Koeffizienten kann der Zeitkoeffizient größer eingestellt werden, um eine Verminderung der Genauigkeit bei hoher Fahrzeuggeschwindigkeit zu verhindern, und da die Genauigkeit bei niedrigen Geschwindigkeiten erreichbar ist, wird der Zeitkoeffizient abgesenkt. Nachfolgend wird die Reifenluftdruckermittlungssteuerung in der vorstehend genannten Steuereinheit 50 auf Grundlage der Figuren, beginnend mit Fig. 13 näher erläutert. In den Flußdiagramme darstellenden Zeichnungen bezeichnet die Zahl Si (i = 1, 2, 3, ...) jeweils einen Schritt im Flußdiagramm.

In den Fig. 13 und 14 ist der Einleseprozeß für die ermittelten Signale dargestellt, durch den die ermittelten Impulssignale von den Radgeschwindigkeitsfühlern 51—54 eingelesen und im Speicher abgelegt werden.

Dieser Prozeß zum Einlesen der ermittelten Signale wird normalerweise ausgeführt, wenn das Fahrzeug fährt. Es wird ein kurzer Abriß dieses Prozesses gegeben. Jeder Geschwindigkeitsfühler 51—54 gibt 48 Impulssignale P1—P4 (Radgeschwindigkeitsimpulse) auf der Grundlage einer Radumdrehung aus; die Anzahl der Impulssignale P1—P4 wird in den Zählern I1—I4 gezählt; die Zeit für die 48 auszugebenden Impulssignale P1—P4 (kurz gesagt die Zeit für eine Radumdrehung) wird als Zeiten TC1—TC4 berechnet, und diese berechneten Zeiten werden im Speicher als Radgeschwindigkeitsdaten abgelegt.

Nachdem das Zählen der P1—P4-Signale gestattet worden ist, wobei die vier Impulssignale P1—P4 nicht innerhalb einer festen Zeitperiode (der in Fig. 22 gezeigten Zeit  $t_s$ ) angegeben worden sind, weil die Straßenzustände nicht gleichmäßig sind und der Radumdrehungszustand schwankend ist, wird die Zählrate (der Zähler) und der Zeitgeber zurückgesetzt. Nach Beendigung der Zählung der Signale P1—P4, wobei die vier Impulssignale P1—P4 nicht innerhalb einer festen Zeitperiode (der in Fig. 22 gezeigten Zeit  $t_s$ ) eingegeben werden, weil die Straßenzustände nicht gleichmäßig und der Reifendrehzahlzustand schwankend ist, werden die Zählung und der Zeitgeber zurückgesetzt. Die vorstehend genannte Zählung bzw. der Zählvorgang und Zeitgebung werden durchgeführt, wenn das Fahrzeug unter regulären Zuständen fährt. Um die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten zu erhöhen, werden die Radgeschwindigkeitsdaten für eine feste Zeitperiode gelöscht, bevor das Fahrzeug anormale Fahrtzustände einnimmt, und die Daten werden für eine feste Zeitperiode nach Auftreten

des anomalen Fahrzeugzustands gesammelt.

Nachfolgend wird anhand der Flußdiagramme in den Fig. 13 und 14 der Prozeß zum Einlesen der ermittelten Signale näher erläutert.

9 Nach Starten der Steuerung werden die Zeitgeber TC1—TC4 für die vier Räder 1 bis 4 zurückgesetzt und die Flaggen F1—F4 werden ebenfalls zurückgesetzt (S101). Als nächstes werden die Impulse P1—P4 von den Radgeschwindigkeitsfühlern S1—S4 gelesen (S102). Daraufhin wird beurteilt, ob die in den Schritten S128 und S132 zurückgesetzten Flaggen auf "0" gesetzt sind oder nicht (Schritt S103) und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S104 fortgesetzt, oder, wenn die Antwort "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S123 fortgesetzt.

10 Durch den Schritt S104, durch den festgestellt wird, ob ein Impulssignal  $P_i$  ( $i = 1-4$ ) eingegeben worden oder ist oder nicht, wird beurteilt, ob eines der Impulssignale P1—P4 eingegeben worden ist oder nicht, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Zähler für dieses Eingangssignal  $P_i$ , der Zähler  $I_i$  ( $i = 1-4$ ) erhöht oder inkrementiert (S105). Wenn die Antwort im Schritt S104 andererseits "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S112 fortgesetzt.

15 Durch den Schritt S106 wird ermittelt, ob die Flagge  $F_i$  entsprechend dem vorstehend genannten Zähler  $I_i$  ( $i = 1-4$ ) auf "0" gesetzt ist oder nicht. Wenn die Flagge  $F_i$  auf "0" gesetzt ist, wird durch den Schritt S107 der Zähler  $TC_i$ , entsprechend dem Zähler  $I_i$  gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden ist. Daraufhin wird die Flagge  $F_i$  durch den Schritt S108 auf "1" gesetzt. Wenn die Beurteilung durch den Schritt S106 "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S112 fortgesetzt.

20 Durch den Schritt S109 wird ermittelt, ob die Flagge  $F_{g1}$  anfänglich auf "0" gesetzt ist oder nicht, wobei dann, wenn die Flagge  $F_g = 0$ , der Zeitgeber TM1 durch den Schritt S110 nach dem Zurücksetzen gestartet wird, woraufhin die Flagge  $F_{g1}$  durch den Schritt S111 auf "1" gesetzt und der Prozeß mit dem Schritt S112 fortgesetzt wird. Auf diese Weise wird der Zeitgeber TM1 gestartet, nachdem eines der Impulssignale  $P_i$  angegeben worden ist, und folgend auf die Eingabe jedes Impulssignals P1—P4 wird die entsprechende Flagge F1—F4 gesetzt, der Zeitgeber TC1—TC4 entsprechend der Flagge wird gesetzt, und der entsprechende Zähler  $I_1-14$  beginnt mit dem Zählen.

Als nächstes wird durch den Schritt S112 auf der Grundlage der Flaggen F1—F4 ermittelt, ob die vier Impulssignale P1—P4 innerhalb der extrem kurzen Zeitperiode, die durch den Zeitgeber TM1 bemessen ist, eingegeben worden sind oder nicht, und wenn die Antwort auf diese Beurteilung "ja" lautet, wird durch den Schritt S114 der Stand für den Zähler  $I_i$  überprüft, um zu ermitteln, ob 48 Impulse gezählt worden sind, und wenn das Resultat "nein" lautet wird der Prozeß mit dem Schritt S102 fortgesetzt. Wenn die Anzahl der Impulse  $I_i = 48$ , wird durch den Schritt S115 die Zeitzählung für den Zähler  $TC_i$  entsprechend dem Zähler  $I_i$  beendet. Wenn die Beurteilung durch den Schritt S112 in "nein" resultiert, wird der Prozeß zurückgesetzt, nachdem durch den Schritt S113 der Zähler K erhöht worden ist.

35 Falls der Umdrehungszustand der Räder 1—4 instabil ist, nachdem die Zählung gestartet worden ist, werden die Zählvorgänge für die Impulssignale P1—P4 zurückgesetzt, wenn die 48 Impulse für jeden der Impulssignale P1—P4 nicht innerhalb einer festen Zeitperiode eingegeben worden sind, und die Prozedur wird beginnend mit dem Schritt S101 wiederholt, während für den Fall, daß vier Impulssignale P1—P4 innerhalb der feststehenden Zeitperiode eingegeben worden sind, werden die Zeitgeber TC1—TC4 entsprechend dem Zähler  $I_i$ , der die 48 Impulssignale P1—P4 gezählt hat, angehalten. Auf diese Weise wird die Zeit T1—T4 ermittelt, die für eine Radumdrehung für jedes Rad 1—4 benötigt wird.

40 Wenn einer der Zeitgeber  $TC_i$  ( $i = 1-4$ ) angehalten wird, wird durch den Schritt S116 überprüft, ob die Flagge  $F_{g2}$  "0" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird durch den Schritt S117 der Zeitgeber TM2 gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden ist, und die Flagge  $F_{g2}$  wird durch den Schritt S118 "1" gesetzt. Kurz gesagt wird dann, wenn eines der Impulssignale P1—P4 die 48 Eingänge bzw. die Impulsanzahl 48 erreicht, wird der Zeitgeber TM2 gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden ist.

45 Durch den Schritt S119 wird innerhalb einer extrem kurzen Zeitperiode, die durch den Zeitgeber TM2 bestimmt wird (die Zeit  $t_e$  in Fig. 22) ermittelt, ob sämtliche Zähler  $I_1-14$  48 Impulse gezählt haben. Wenn die Antwort auf diese Beurteilung "ja" lautet, werden durch den Schritt 120 die Daten für die Zeit T1—T4 für eine Umdrehung jedes der vier Räder 1—4 in einem Speicher abgelegt (die nachfolgend als Radgeschwindigkeitsdaten T1—T4 bezeichnet werden), und durch den Schritt S121 wird als nächstes der Zähler J erhöht, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S123 fortgesetzt wird.

Wenn die Antwort im Schritt S119 "nein" lautet, wird der Zähler L durch den Schritt S122 inkrementiert, und der Prozeß kehrt zum Schritt S101 zurück, von dem aus er erneut durchgeführt wird.

55 Falls der Umdrehungszustand der Räder 1—4 instabil ist, wenn bei Vollendung der Zählung jedes der 48 Impulssignale P1—P4 (für jeden Ermittlungszyklus) innerhalb einer feststehenden Zeitperiode die vier Signale P1—P4 nicht eingegeben worden sind, werden die Radgeschwindigkeitsdaten (T1—T4) nicht im Speicher abgelegt, und es werden die Schritte ab dem Schritt S101 wiederholt ausgeführt.

60 Nach dem Schritt S121 wird der Prozeß mit dem Schritt S123 in Fig. 14 fortgesetzt. Durch den Schritt S123 wird ermittelt, ob es sich bei dem Fahrzeugfahrzeugzustand um einen Wendevorgang handelt oder nicht, und durch den Schritt S124 wird ermittelt, ob das Fahrzeug beschleunigt oder eine Verzögerung erfährt oder nicht, und durch den Schritt S125 wird ermittelt, ob das Fahrzeug auf einer Straße mit niedrigem  $\mu$  (einer Straße mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten) fährt oder nicht, und folgend auf den Schritt S125 wird durch den Schritt S129 ermittelt, ob der Wagen auf einer schlechten Straße fährt oder nicht. Durch die Schritte S123 bis S125 und den Schritt S129 wird ermittelt, ob das Fahrzeug unter normalen Bedingungen oder Zuständen fährt oder nicht, und die Beurteilungen dieser Unterroutine werden nachfolgend anhand der Fig. 17 bis 20 näher erläutert.

65 Wenn das Fahrzeug eine Wende ausführt, wenn das Fahrzeug beschleunigt oder in seiner Fahrt verzögert wird oder wenn das Fahrzeug auf einer Straße mit niedrigem  $\mu$  fährt, wird der Prozeß mit dem Schritt S126



fortgesetzt, durch den geprüft wird, ob die Flagge Fg3 auf "0" gesetzt ist oder nicht. Wenn die Flagge Fg3 auf "0" gesetzt ist, werden durch den Schritt S127 die letzten zehn aufgezeichneten Radgeschwindigkeitsdaten T1 — T4 der im Speicher abgelegten Radgeschwindigkeitsdaten T1 — T4 aus dem Speicher gelöscht, und gleichzeitig wird der J-Wert des Zählers auf den Wert (J-10) geändert, und daraufhin kehrt der Prozeß zum Schritt S101 zurück, nachdem durch den Schritt S128 die Flagge auf "1" gesetzt worden ist, oder dann, wenn die Antwort im Schritt S128 "nein" ist, wird der Prozeß zum Schritt S101 zurückgeführt (siehe Fig. 23).

Sobald die Flagge Fg3 gesetzt worden ist und in der Beurteilung des nachfolgenden Schritts S103 die Antwort "nein" lautet, springt der Prozeß vom Schritt S103 zum Schritt S126, und weil sich das Fahrzeug in einem Wendevorgang, in einem Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand befindet oder weil es auf einer Straße mit niedrigem  $\mu$  fährt, kehrt der Prozeß nach dem Schritt S126 zum Schritt S101 zurück. Während dieser Periode werden die Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) nicht im Speicher akkumuliert (siehe Fig. 23).

Entsprechend der Beurteilung mit dem Schritt S129 wird, bei einer Fahrt auf schlechter Straße, durch den Schritt S130 geprüft, ob die Flagge Fg4 auf "0" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Flagge Fg4 "0" ist, werden durch den Schritt S131 die 15 zuletzt aufgezeichneten Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) der im Speicher abgelegten Radgeschwindigkeitsdaten aus dem Speicher gelöscht, und gleichzeitig wird der J-Wert des Zählers auf den Wert (J-15) geändert, und als nächstes kehrt der Prozeß zum Schritt S101 zurück, nachdem die Flagge Fg4 durch den Schritt S132 auf "1" gesetzt worden ist, oder der Prozeß kehrt zum Schritt S101 zurück, wenn die Antwort im Schritt S130 "nein" lautet.

Sobald die Flagge Fg4 gesetzt worden ist, lautet die Antwort im nächsten Schritt S103 "nein", und der Prozeß springt vom Schritt S103 zum Schritt S123, und falls das Fahrzeug sich nicht in einem Wendezustand, einem Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand oder auf einer Straße mit niedrigem  $\mu$  befindet, kehrt der Prozeß nach dem Schritt S130 zum Schritt S101 zurück.

Während dieser Periode werden die Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) im Speicher nicht akkumuliert (siehe Fig. 24). Selbst dann, wenn die Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) für den Fall gewonnen werden, daß das Fahrzeug unter einem normalen Zustand fährt, werden die Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) für eine vorbestimmte Anzahl von Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) gelöscht, unmittelbar bevor das Fahrzeug einen anormalen Fahrzustand erreicht, wodurch die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten verbessert wird.

Durch die Schritte S123—S139 wird eine Akkumulation der Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) verhindert, wenn der anormale Fahrzustand weggefallen ist, und zwar beginnend vom Zeitpunkt des Wegfalls für eine fest bestimmte Zeitperiode. Wenn sich der anormale Fahrzustand in den normalen Fahrzustand geändert hat, wird der Prozeß mit dem Schritt S133 fortgesetzt, weil die Antwort im Schritt S129 "nein" lautet.

Durch den Schritt S133 wird ermittelt, ob die Flagge Fg3 = 0 und die Flagge Fg4 = 0. Wenn der Prozeß nicht mit den Schritten S126 und S130 fortgesetzt worden ist (wenn sich der anormale Fahrzustand mit anderen Worten nicht geändert hat) oder wenn durch den Schritt S138 die Antwort auf die Beurteilung durch den Schritt S133 "ja" lautet, nachdem die Flaggen Fg3 und Fg4 zurückgesetzt worden sind, kehrt der Prozeß vom Schritt S131 zum Schritt S101 zurück.

Wenn sich die Fahrzustände andererseits normalisiert haben, wird die Flagge Fg3 oder die Flagge Fg4 im Schritt S128 oder S132 auf "1" gesetzt, und für den Fall normalisierter Fahrzustände lautet das Ergebnis beim Schritt S133 "nein", und der Prozeß wird mit dem Schritt S134 fortgesetzt. Durch den Schritt S134 wird überprüft, ob die Flagge Fg5 "0" ist oder nicht, und wenn die Beurteilung "ja" lautet, wird durch den Schritt S135 der Zeitgeber TM3 gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden ist. Als nächstes wird die Flagge Fg5 durch den Schritt S136 auf "1" gesetzt, und der Prozeß wird daraufhin mit dem Schritt S137 fortgesetzt. Wenn das Resultat des Schritts S134 andererseits "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S137 fortgesetzt.

Durch den Schritt S137 wird ermittelt, ob die für den Zeitgeber TM3 abgelaufene Zeit größer ist als das kurze Zeitintervall C (siehe Fig. 23, 24), und wenn die Zeit für den Zeitgeber TM3 nicht die Zeit für das Kurzzeitintervall C erreicht hat, kehrt der Prozeß vom Schritt S137 zum Schritt S101 zurück, und da die Beurteilung für die nächste Zeit durch den Schritt S103 "nein" lautet, wird der Prozeß vom Schritt S103 aus mit dem Schritt S123 fortgesetzt, die Schritte S123—S125, S127, S133—S137 werden wiederholt, und der Prozeß wird daraufhin zurückgesetzt, bevor das feststehende Zeitintervall C verstrichen ist, und die Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) werden im Speicher nicht akkumuliert (siehe Fig. 23 und 24).

Wenn die feststehende Zeitperiode C abgelaufen ist, lautet die Beurteilung am Schritt S137 "ja", und der Prozeß wird mit dem Schritt S138 fortgesetzt, wo die Flaggen Fg3 und Fg4 auf "0" zurückgesetzt werden, woraufhin die Flagge Fg5 auf "0" zurückgesetzt wird, und der Prozeß zum Schritt S101 zurückkehrt. Da die Antwort auf den Schritt S103 "ja" lautet, geht der Prozeß vom Schritt S103 zum Schritt S104 weiter. Nachdem der Fahrzustand sich von anormal zu normal geändert hat, bis die feststehende Zeitperiode c abgelaufen ist, wird die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten (T1—T4) erhöht, weil die Radgeschwindigkeitsdaten (T1—T4) nicht akkumuliert werden.

Als nächstes wird der den Wendevorgang betreffende vorstehend genannte Schritt S123, durch den beurteilt wird, ob ein Wendevorgang stattfindet oder nicht, in Bezug auf Fig. 17 näher erläutert. Dieser Prozeß wird durch einen Interrupt-Prozeß für jeweils ein feststehendes kurzes Zeitintervall ausgeführt.

Zunächst wird eine vorbestimmte Anzahl von Radgeschwindigkeitsdaten (T1—T4) durch den Schritt S190 eingelesen, woraufhin durch den Schritt S191 die Vorderradgeschwindigkeit Vw1 und Vw2 auf der Grundlage des Mittelwerts aus den Geschwindigkeitsdaten (T1, T2) der Vorderräder 1 und 2 errechnet werden, woraufhin die Hinterradgeschwindigkeit Vw3 und Vw4 auf der Grundlage des Mittelwerts aus den Geschwindigkeitsdaten (T3, T4) der Hinterräder 3 und 4 errechnet wird.

Als nächstes wird durch den Schritt S192 der Absolutwert der Differenz zwischen den Geschwindigkeiten der Vorderräder wie folgt berechnet:  $\Delta V_{wf} = |Vw1 - Vw2|$ , während die Differenz der Geschwindigkeiten der Hinterräder  $\Delta V_{wr} = |Vw3 - Vw4|$  errechnet wird.

Daraufhin wird durch den Schritt S193 der absolute Wert der Differenz der Vorderradgeschwindigkeiten  $\Delta V_{wf}$  daraufhin untersucht, ob er geringer ist als 0,5 km/h, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird durch den Schritt S196 festgesetzt, daß kein Wendevorgang vorliegt. Die Flagge  $F_t$  wird auf "0" gesetzt und der Prozeß ist beendet.

5 Wenn andererseits  $\Delta V_{wf}$  nicht kleiner ist als 0,5 km/h, wird durch den Schritt S194 geprüft, ob  $V_{wf}$  und  $V_{wr}$  dasselbe Vorzeichen haben, indem geprüft wird ob  $(\Delta V_{wf} \times \Delta V_{wr}) > 0$ , und wenn die Antwort "ja" lautet, wird festgelegt, daß ein Wendevorgang vorliegt und die Flagge  $F_t$  wird auf "1" gesetzt, und der Prozeß wird beendet. Wenn die Antwort im Schritt S134 andererseits "nein" lautet, wird durch den Schritt S196 festgesetzt, daß kein Wendevorgang vorliegt, und die Flagge  $F_t$  wird auf "0" gesetzt, und der Prozeß wird beendet. Die Beurteilung im  
10 vorgenannten Schritt S123 wird auf der Grundlage der Flagge  $F_t$  getroffen.

Als nächstes wird der die Beschleunigungs- oder Verzögerungsbeurteilung betreffende Schritt S124, durch den bestimmt wird, ob ein Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand vorliegt, in Bezug auf Fig. 18 näher erläutert. Dieser Prozeß wird durch einen Interrupt-Prozeß für jeweils ein feststehendes kurzes Zeitintervall ausgeführt.

15 Als erstes wird eine vorbestimmte Anzahl von Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) durch den Schritt S200 eingelesen, woraufhin die Vorderradgeschwindigkeit  $V_{w1}$  und  $V_{w2}$  auf der Grundlage des Mittelwerts der Geschwindigkeitsdaten ( $T_1, T_2$ ) der Vorderräder 1 und 2 errechnet wird, woraufhin die Vorderradgeschwindigkeiten  $V_{w1}$  und  $V_{w2}$  differenziert und der Vorderradbeschleunigungsgrad  $A_{Vw1}$  und  $A_{Vw2}$  durch den Schritt S201 errechnet werden. Daraufhin wird durch den Schritt S202 geprüft, ob die Absolutwerte der Vorderradbeschleunigungen größer sind als ein vorbestimmter Wert. Wenn die Antwort "ja" lautet, wird durch den Schritt  
20 S103 der Beschleunigungs-/Verzögerungszustand festgelegt, wobei die Flagge  $F_{ad}$  auf "1" gesetzt wird, und der Prozeß wird beendet. Wenn die Antwort im Schritt S202 andererseits "nein" lautet, wird durch den Schritt S204 festgelegt, daß kein Beschleunigungs-/Verzögerungszustand vorliegt, und die Flagge  $F_{ad}$  wird auf "0" gesetzt, und der Prozeß wird beendet. Die Beurteilung des vorstehend genannten Schrittes S124 wird auf der Grundlage  
25 der Flagge  $F_{ad}$  getroffen.

Als nächstes wird in Bezug auf Fig. 19 der die Straße mit niedrigem Reibungskoeffizienten  $\mu$  betreffende Schritt S125 näher erläutert, durch den dieser Zustand ermittelt wird. Dieser Prozeß wird durch einen Interrupt-Prozeß für jeweils ein feststehendes kurzes Zeitintervall durchgeführt.

Zunächst wird eine vorbestimmte Anzahl von Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) im Schritt S210 eingelesen, woraufhin durch den Schritt S211 die Vorderradgeschwindigkeit  $V_{w1}$  und  $V_{w2}$  auf der Grundlage des Mittelwerts der Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1, T_2$ ) der Vorderräder 1 und 2 errechnet wird, woraufhin die Hinterradgeschwindigkeit  $V_{w3}$  und  $V_{w4}$  auf der Grundlage des Mittelwerts der Geschwindigkeitsdaten ( $T_3, T_4$ ) für die Hinterräder 3 und 4 durch den Schritt S121 errechnet werden, woraufhin die Fahrzeuggeschwindigkeit als Mittelwert der Vorderradgeschwindigkeiten  $V_{w1}$  und  $V_{w2}$  errechnet wird. Daraufhin wird durch den Schritt  
30 S212 der Rutschgrad der Vorderräder als  $SL_3 = (V_{w3} - V)/V$  und derjenige des Hinterrades 4 als  $SL_4 = (V_{w4} - V)/V$  bestimmt. Daraufhin wird durch den Schritt S213 geprüft, ob der Rutschgrad  $SL_3$  oder  $SL_4$  größer ist als ein vorbestimmter Wert  $SL_0$ , und wenn die Antwort "ja" lautet wird festgelegt, daß es sich um eine Straße mit niederem  $\mu$  handelt, die Flagge  $F_{\mu}$  wird auf "1" gesetzt und der Prozeß wird beendet. Wenn im Schritt S213 die Antwort andererseits "nein" lautet, wird festgelegt, daß es sich um eine Straße mit hohem  $\mu$  handelt, die  
40 Flagge  $F_{\mu}$  wird auf "0" gesetzt, und der Prozeß beendet. Die Beurteilung des Schrittes S125 wird auf der Grundlage von  $F_{\mu}$  getroffen.

Als nächstes wird in Bezug auf die Fig. 20 der vorstehend genannte, eine Straße mit schlechtem Zustand betreffende Schritt S129 näher erläutert, durch den dieser Zustand ermittelt wird. Dieser Prozeß wird durch einen Interrupt-Prozeß für ein vorbestimmtes kurzes Zeitintervall durchgeführt.

45 Zunächst wird durch die Schritte S220 und S221, ähnlich wie durch die vorstehend genannten Schritte S200 und S211, der Vorderradbeschleunigungsgrad  $A_{Vw1}$  und  $A_{Vw2}$  errechnet, woraufhin durch den Schritt S222 geprüft wird, ob die Beschleunigungsflagge  $F_{ad}$  auf "0" gesetzt ist oder nicht (mit anderen Worten wird geprüft, ob ein Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgang vorliegt). Wenn ein Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgang vorliegt, kehrt der Prozeß zum Schritt S220 zurück. Wenn kein Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgang vorliegt, wird durch den Schritt S223 geprüft, ob die Flagge  $F_a$  auf "1" gesetzt ist oder nicht.  
50

Wenn die Flagge  $F_a$  auf "0" gesetzt ist, werden durch den Schritt 244 die Zähler M und N auf 0 gesetzt, und der Zähler  $T_c$  wird gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden war. Daraufhin wird durch den Schritt S225 die Flagge  $F_a$  auf "1" gesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S226 fortgesetzt. Auch dann, wenn die Beurteilung im Schritt S232 "ja" lautet, springt der Prozeß vom Schritt S223 zum Schritt S226.

55 Durch den Schritt S226 wird geprüft, ob der Absolutwert des Vorderradbeschleunigungsgrades  $A_{Vw1}$  größer ist als ein vorbestimmter Wert  $A_0$ , und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S227 fortgesetzt, und der Zähler M wird erhöht. Durch den Schritt S228 wird geprüft, ob der Absolutwert des Vorderradbeschleunigungsgrades  $A_{Vw2}$  größer ist als ein vorbestimmter Wert  $A_0$  oder nicht, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S229 fortgesetzt, und der Zähler N wird erhöht.

60 Daraufhin wird durch den Schritt S230 geprüft, ob die durch den Zeitgeber  $T_c$  gemessene Zeit  $T_c$  größer ist als ein vorbestimmter Wert  $T_0$ , und bis die Zeit  $T_0$  abgelaufen ist, wird der Prozeß vom Schritt S230 bis zu seinem Rücksprung zum Schritt S220 wiederholt. Wenn die Zeit  $T_c$  größer ist als  $T_0$ , wird der Prozeß ausgehend vom Schritt S230 mit dem Schritt S231 fortgesetzt, durch den Flagge  $F_a$  auf "0" gesetzt wird, woraufhin durch den Schritt S232 geprüft wird, ob der Wert von dem Zähler M kleiner ist als der vorbeschriebene Wert m oder nicht, und ob der Zähler N einen kleineren als den vorbestimmten Wert n hat oder nicht.  
65

Wenn die Antwort im Schritt S232 "ja" lautet, wird durch den Schritt S234 festgelegt, daß eine "gute Straße" vorliegt, und die Flagge  $F_{ak}$  wird "0" gesetzt, und der Prozeß ist beendet. Wenn andererseits die Antwort im Schritt S232 "nein" lautet, wird durch den Schritt S232 festgelegt, daß eine schlechte Straße vorliegt, und die



Flagge Fak wird auf "1" gesetzt und der Prozeß wird beendet. Wenn bei der Fahrt auf einer schlechten Straße sich die Radgeschwindigkeiten der Vorderräder 1 und 2 leicht ändern, kann das Zählen, wie häufig in einer vorbestimmten Zeitperiode  $T_0$  der Beschleunigungs- und Verzögerungsgrad jedes linken und rechten Vorderrads anormal groß wird, aus diesen gezählten Werten M und N beurteilt werden, ob ein schlechter Straßenzustand vorliegt oder nicht. Die Beurteilung des vorstehend genannten Schritts S129 wird auf der Grundlage der Flagge Fak getroffen.

Als nächstes wird der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß näher erläutert, der auf der Gruppe von Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) beruht, die durch den Signaleinleseprozeß gemäß den Fig. 13 und 14 gesammelt worden sind, wobei durch den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß ein Abfall des Reifenluftdrucks beurteilt wird, und wobei daraufhin ein Warnsignal abgegeben wird. Dieser Prozeß wird anhand der Fig. 15 und 16 nachfolgend beschrieben. Es handelt sich dabei um einen Interrupt-Prozeß entsprechend dem Radgeschwindigkeitsdateneinleseinterrupt-Prozeß, und da dieser Prozeß bei fahrendem Fahrzeug parallel ausgeführt wird, wird er grundsätzlich konstant ausgeführt.

Zunächst werden sämtliche Arten von im Speicher gespeicherten Daten (wichtig sind hier die Radgeschwindigkeitsdaten, die Zählerdaten usw.) durch den Schritt S150 gelesen. Daraufhin wird durch den Schritt S151 überprüft, ob der Wert für den Zähler J größer ist als 400, und wenn die Antwort "nein" lautet, wird der Prozeß zurückgesetzt. Wenn der Wert jedoch größer oder gleich 400 ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S152 fortgesetzt, durch den überprüft wird, ob die Flagge Fg6 auf "0" gesetzt ist. Wenn die Flagge Fg6 = 0, werden durch den Schritt S153 die vorstehend genannten Zähler bzw. Zählraten K und L hinzuaddiert, und es wird geprüft, ob der Wert der Summe der Zählraten K und L ( $K + L$ ) kleiner ist als 80. Der vorstehend genannte Zähler K gibt wieder, wie oft die begonnenen Impulssignale  $P_1 - P_4$  gelöscht worden sind, und der Zähler L gibt wieder, wie oft die Zählung der Impulssignale  $P_1 - P_4$  vervollständigt worden ist und das Abspeichern der Radgeschwindigkeitsdaten gelöscht wurde, und die Summe der Zählraten K und L ( $K + L$ ) ist ein Parameter, der die Instabilität des Umdrehungszustands der Räder 1' - 4' wiedergibt; mit anderen Worten handelt es sich um einen Parameter, der die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) wiedergibt (siehe x-Markierung in Fig. 25).

Beispielsweise drehen sich bei guten Straßenverhältnissen die Räder 1' - 4' in stabiler Weise, und wenn die Daten akkumuliert werden, wird die Summe ( $K + L$ ) sehr klein. Wenn die Straßenoberfläche nicht so gut ist, nimmt die Summe ( $K + L$ ) einen größeren Wert ein.

Wenn die Beurteilung beim Schritt S123 "ja" lautet, wird der Sollwert für die Anzahl der Daten der Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ), die für die Reifenluftdruckbeurteilung benötigt wird, durch den Schritt S154 auf  $J_0 = 400$  gesetzt. In diesem Fall wird die Reifenluftdruckbeurteilung auf der Grundlage der Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) für 400 Umdrehungen jedes der vier Räder durchgeführt.

Wenn das Ergebnis der Beurteilung durch den Schritt S153 "nein" lautet, wird durch den Schritt S155 geprüft, ob die Summe ( $K + L$ ) kleiner ist als 120. Wenn das Ergebnis "ja" lautet, wird der Wert zum Einstellen von  $J_0$  durch den Schritt S156 auf 500 eingestellt, woraufhin die Flagge F6 auf "1" gesetzt und der Prozeß zurückgesetzt wird.

Wenn das Ergebnis der Beurteilung im Schritt S155 "nein" lautet, wird durch den Schritt S158 geprüft, ob die Summe kleiner als 160 ist oder nicht, und wenn das Resultat "ja" lautet, wird der Wert für  $J_0$  durch den Schritt S159 auf 600 gesetzt, woraufhin die Flagge F6 auf "1" gesetzt und der Prozeß zurückgesetzt wird.

Wenn das Resultat der Beurteilung im Schritt S158 "nein" lautet, weil die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) für die akkumulierten 400 Umdrehungen zu gering ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S168 zur Verhinderung der Einlesung oder Anlegung der Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) fortgesetzt, die Zähler J, K und L werden auf 0 gesetzt, und der Wert für  $J_0$  wird auf 400 eingestellt, und die im Speicher für  $J_0 = 0$  für die Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) akkumulierten Daten werden durch den Schritt S168 gelöscht, woraufhin der Prozeß zurückgesetzt wird.

Für den Fall, daß der Summenwert ( $K + L$ ) im Schritt S153 kleiner ist als 80, wird durch den Schritt S161 geprüft, ob der Zählwert für den Zähler  $J_0$  größer ist als der Sollwert für  $J_0$ , und in diesem Fall lautet die Antwort "ja", weil die Geschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) für 400 Radumdrehungen bereits akkumuliert worden sind, und der Prozeß wird mit dem Schritt S162 fortgesetzt. Beim Schritt S162 wird die Flagge F6 auf "0" gesetzt, und für den Fall, daß der Wert der Summe geringer als 80 ist, verbleibt die Flagge F6 auf "0".

Wenn der Prozeß andererseits vom Schritt S157 zurückgekehrt ist, und die Schritte S150 bis S152 und S161 wiederholt worden sind, wird eine Gruppe von 100 Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ), entsprechend 100 Radumdrehungen, hinzuaddiert, und die Antwort im Schritt S161 lautet "ja", und der Prozeß wird mit dem Schritt S162 fortgesetzt und die Flußdiagramm Fg6 wird auf "0" zurückgesetzt. Wenn andererseits der Prozeß vom Schritt 160 zurückgekehrt ist, werden die Schritte S150 bis S152, S161 wiederholt, eine Gruppe von 200 Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ), entsprechend 200 Radumdrehungen, wird addiert und die Antwort im Schritt S161 lautet "ja", und der Prozeß wird dem Schritt S162 fortgesetzt, und die Flagge F6 wird auf "0" zurückgesetzt.

Auf diese Weise wird eine Gruppe von für die Reifenluftdruckbeurteilung benötigten Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) vorbereitet, und durch den Schritt S163 werden die Summen der Radumdrehungsdaten ( $T_1 - T_4$ ) für 400 Radumdrehungen, für 500 Radumdrehungen und für 600 Radumdrehungen und die Mittelwertszeit  $T_{m1} - T_{m4}$  für eine Radumdrehung errechnet.

Wie bereits zuvor werden die Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) unter verschiedenen Zuständen gesammelt, wie beispielsweise für ein einen Berg hinauffahrendes Fahrzeug, wobei das Durchrutschen der Räder zu- und die Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung abnimmt. Andererseits kann das Durchrutschen durch Kies, Schnee, Wasser oder Schlaglöcher und Fahrbahnerhöhungen beeinflußt werden, ohne daß es sich bei der Straße um eine solche mit niedrigem Reibungskoeffizienten handelt, wie dies immer wieder vorkommt, wodurch die Antriebsräder rutschen, wobei auf einer rutschigen Straße auch lediglich ein einziges Antriebsrad durchrutschen kann, oder wobei je nach Lastzuladung oder Passagieren die Radgeschwindigkeitsdaten ( $T_1 - T_4$ ) nicht

konstant sein können. Unter Berücksichtigung dieser Beispiele wird durch die Schritte S164 bis S167 geprüft, ob die durchschnittliche Zeit für eine Radumdrehung  $Tm1$  bis  $Tm4$  geeignet ist zur Verwendung für die Reifenluftdrucküberprüfung. Kurz gesagt handelt es sich bei den Schritten S164 bis S167 um die Routine, durch die geprüft wird, ob die Reifengeschwindigkeitsdaten geeignet sind.

5 Durch den Schritt S164 wird geprüft, ob die Änderungen der Radgeschwindigkeitsdaten für die beiden linken Vorder- und Hinterräder in dieselbe Richtung verläuft, und dieselbe Überprüfung wird für die rechten Räder gemäß den beiden folgenden Gleichungen durchgeführt:  $\Delta Tm1 \times \Delta Tm3 \geq 0$ ,  $Tm2 \times Tm4 \geq 0$ . Dabei ist, wie in Fig. 26 gezeigt,  $Tmi$  ( $i = 1-4$ ) das Ausmaß der Änderung von dem vorausgehenden zum aktuellen Wert für jedes Rad.

10 Wenn die Antwort im Schritt S164 "nein" lautet, weil die Änderung der vier Radgeschwindigkeitsdaten anormal ist, werden durch den Schritt S168 zur Verhinderung der Verwendung der durchschnittlichen Zeit für eine Radumdrehung  $Tm1 - Tm4$  im Reifendruckbeurteilungsprozeß die Zähler J, K und L auf 0 gesetzt, und der Wert für J0 wird auf 400 gesetzt, woraufhin die im Speicher für die Zeit  $J = 0$  abgelegten Radgeschwindigkeitsdaten gelöscht werden, woraufhin der Prozeß zurückspringt.

15 Wenn die Antwort für den Schritt S164 "ja" lautet, wird durch den Schritt S165 geprüft, ob der Absolutwert von  $\Delta Tm1$  ( $i = 1-4$ ) kleiner als ein vorbestimmter Wert  $\alpha$  ist, und in diesem Fall ist der eine der  $\Delta Tm1 - \Delta Tm4$ -Werte oder eine Mehrzahl der  $\Delta Tm1 - \Delta Tm4$ -Daten größer als der vorbestimmte Wert  $\alpha$ , weil die Änderung der Radgeschwindigkeitsdaten anormal ist, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S168 fortgesetzt wird.

20 Wenn die Antwort im Schritt S165 "ja" lautet, wird durch den Schritt S166 der Rutschgrad des linken Antriebsrads (linkes Rad 3),  $SL = (Tm1 - Tm3)/Tm1$ , und der Rutschgrad des rechten Hinterrads (Hinterrad 4),  $SR = (Tm2 - Tm4)/Tm2$  berechnet.

Daraufhin wird durch den Schritt S167 geprüft, ob der Reifen- oder Schlupfgrad SL, SR größer ist als 0 und kleiner als ein vorbestimmter Wert  $\beta$ , und wenn die Antwort "nein" lautet, wird der Hinterradschlupfgrad durch 25 Einwirkung des Hügels als zu ausgeprägt ermittelt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S168 fortgesetzt.

Wenn die Antwort im Schritt S167 "ja" lautet, wird die durch diese Iteration bestimmte Durchschnittszeit für eine Radumdrehung als geeignet zur Verwendung für die Reifenluftdruckbeurteilung festgelegt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S169 von Fig. 16 fortgesetzt.

30 Durch den Schritt S169 wird die Beurteilungsvariable D für die Reifenluftdruckbeurteilung aus der in der Figur gezeigten Gleichung errechnet, und der errechnete Wert für die Beurteilungsvariable D wird im Speicher als Entscheidungs- oder Beurteilungswert für diese Iteration  $D(i)$  abgelegt. Als nächstes wird durch den Schritt S170 die Absolutwertdifferenz zwischen der vorausgehenden Beurteilungsvariablen  $D(i-1)$  und der aktuellen Beurteilungsvariablen  $D(i)$  geprüft, um zu sehen, ob er kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $\gamma$ , und wenn die Antwort "nein" lautet, hat sich die Beurteilungsvariable  $D(i)$  der aktuellen Iteration anormal geändert, weil sie sich zur vorausgehenden Beurteilungsvariablen  $D(i-1)$  anormal geändert hat, und es ist nicht erwünscht, die 35 Beurteilungsvariable dieser Iteration  $D(i)$  zur Bestimmung einer Abnahme des Reifenluftdrucks zu verwenden, und die Reifenluftdruckbeurteilung durch den Schritt S171 mittels der Beurteilungsvariablen  $D(i)$  der aktuellen Iteration wird unterbunden. Durch den Schritt S172 werden daraufhin während der Durchschnittszeit  $Tm1 - Tm4$  für eine Radumdrehung beim Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß die Zähler J, K und L auf 0 gesetzt, und der Sollwert für J0 wird auf 400 eingestellt, daraufhin werden die im Speicher abgelegten Radgeschwindigkeitsdaten für die  $J = 0$ -Zeit gelöscht, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung ausführt (siehe Fig. 27).

40 Wenn die Antwort auf die Beurteilung im Schritt S170 "ja" lautet, wird zur Einstellung des Schwellenwerts  $x$ , der Zahl des Datensollwerts J0 zugeführt wird durch die Schritte S173 und S174 zugeführt wird, wenn der Sollwert für J0 400 beträgt, der Wert auf  $-1,0$  eingestellt, und in den Schritten S174 und S176, wenn der Sollwert für J0 500 beträgt, wird der Wert für auf  $-4/3$  eingestellt oder in den Schritten S177 und S178, wenn der Sollwert für J0 600 beträgt, wird der Wert für auf  $-5/3$  eingestellt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S179 fortgesetzt. Durch den Schritt S179 wird der Absolutwert der Differenz zwischen der Beurteilungsvariablen D der aktuellen Iteration und dem anfänglichen Sollwert für die Beurteilungsvariable D0 überprüft, um festzustellen, ob er größer ist als der Schwellenwert  $\epsilon \times \Delta$  (wobei  $\epsilon$  ein vorbestimmter Koeffizient ist, der einen Wert im Bereich 50 zwischen 0,02 bis 0,05 einnimmt). Nachfolgend werden die Einzelheiten der Unteroutine für den Einstellprozeß des anfänglichen Werts der Beurteilungsvariablen D0 anhand der Fig. 21 näher erläutert.

Wenn die Antwort auf die Beurteilung im Schritt S179 "nein" lautet, wird festgelegt, daß Luftdruck für die vier Reifen normal ist, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S183 fortgesetzt wird. Durch den Schritt S183 werden 55 ähnlich wie durch den Schritt 172 die Zähler J, K und L auf 0 gesetzt, und der Sollwert für J0 wird auf 400 eingestellt, woraufhin die im Speicher abgelegten Radgeschwindigkeitsdaten für die Zeit  $J = 0$  gelöscht werden, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung durchführt (s. Fig. 27).

Wenn die Antwort auf die Beurteilung im Schritt S179 "ja" lautet, wird durch den Schritt S181 festgelegt, daß der Luftdruck von einem der vier Räder anormal ist (abgenommen hat) und daraufhin wird die Warnlampe 56 für eine feste Zeitperiode eingeschaltet, und der Prozeß wird mit dem Schritt S183 fortgesetzt.

60 Wie in Fig. 27 für den normalen Reifenluftdruck gezeigt, wird der Absolutwert von  $(D - D0)$  kleiner als der Schwellenwert  $\epsilon \times \Delta$ .

Wenn mit anderen Worten der Reifenluftdruck abnimmt, wird die Radgeschwindigkeit des Rads mit Abnahme des Luftdrucks größer. Wenn beispielsweise der Luftdruck für das Vorderrad 2 oder das Hinterrad 3 abgenommen hat, wird die Beurteilungsvariable D im Vergleich zu den anfänglichen Beurteilungsvariablen D0 größer, oder für den Fall, daß der Luftdruck für das Vorderrad 1 oder das Hinterrad 4 abgenommen hat, wird die 65 Beurteilungsvariable D im Vergleich zum anfänglichen Wert D0 kleiner, und durch einen Vergleich des Absolutwerts  $(D - D0)$  mit dem Schwellenwert  $\epsilon \times \Delta$  kann eine Abnahme des Reifenluftdrucks festgestellt werden.

Wie in Fig. 27 mit schwarzen Kreisen gezeigt, ändert sich die Beurteilungsvariable D bei einer Abnahme des



Reifenluftdrucks ziemlich stark besteht jedoch die Möglichkeit, daß die Beurteilungsvariable D aufgrund von Instabilitäten der Radgeschwindigkeitsdaten oder Instabilitäten des Fahrzeugzustands einer großen zeitlichen Änderung unterliegt. Deshalb wird zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung oder -ermittlung, die durch den Schritt S170 durchgeführt wird, für den Fall, daß die Beurteilungsvariable D im Vergleich zum vorausgehenden Wert eine große Änderung durchlaufen hat, die Reifenluftdruckbeurteilung unterbunden.

Wenn einer der Reifen jedoch aktuell eine Luftdruckabnahme erlitten hat, wird die Differenz zwischen dem Wert für die Beurteilungsvariable D der aktuellen Iteration und dem Wert für den Wert der nächsten Iteration stark anwachsen, und die Antwort im Schritt S170 wird "ja" lauten, und durch den Schritt S179 kann die Abnahme des Reifenluftdrucks exakt beurteilt werden.

Bei der vorstehend beschriebenen Reifenluftdrucksteuerung mit einem kurzen Lernermittlungszyklus für jede Radumdrehung durch Starten der Impulssignalzählung (für) das Intervall und der Vervollständigungseinrichtung, kann die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten selbst für eine Zeitperiode verbessert werden, wenn der Fahrzeugfahrzustand anormal ist, und für eine Zeit unmittelbar folgend auf den anormalen Fahrzustand kann die Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten durch Verhindern einer Akkumulation dieser Daten verbessert werden.

Durch die Schritte S154, S156 und S159 wird der Sollwert J0 für die zugeführten oder angelegten Radgeschwindigkeitsdaten (T1—T4) erhöht, deren Zuverlässigkeit vermindert war. Weil die Anzahl der Radgeschwindigkeitsdaten, die zur Bestimmung einer Luftdruckbeurteilung verwendet wird, zunimmt, kann eine Abnahme der Zuverlässigkeit der Radgeschwindigkeitsdaten verhindert werden.

Ferner kann durch die Schritte S164 bis S167 die Abnahme der Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung, die durch den Straßenzustand und Straßeninstabilitäten verursacht ist, zuverlässig verhindert werden.

Wenn sich im Schritt S170 herausgestellt hat, daß die Beurteilungsvariable der aktuellen Iteration stark vom Wert der Beurteilungsvariablen in der vorausgehenden Iteration abweicht, können Fehlerteile über den Reifenluftdruck verhindert und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Luftdruckbeurteilung verbessert werden, weil die Luftdruckbeurteilung aufgrund des Beurteilungswerts der aktuellen Iteration unterbunden wird.

Als nächstes wird mit Bezug auf Fig. 21 der Prozeß zur Einstellung des Anfangswerts zur Bestimmung des Anfangswerts für die Beurteilungsvariable D0 näher erläutert. Dieser Einstellprozeß für den anfänglichen Wert wird nach Betätigung des Schalters 55 für die anfänglichen Einstellungen durchgeführt, wenn der Wagen erneut benutzt wird, wenn einer der vier Reifen gewechselt worden ist, wenn der Zustand der vier Reifen einer Änderung unterworfen war oder wenn die Reifenabnutzung stark vorgeschritten ist, und wenn sich der Reifenzustand für sämtliche vier Reifen geändert hat.

Zunächst wird durch den Schritt S240 bestimmt, ob der Anfangswerteinstellungsschalter 55 betätigt worden ist oder nicht, und wenn die Antwort "nein" lautet, führt der Prozeß einen Rücksprung durch. Wenn der Anfangswerteinstellungsschalter 55 betätigt worden ist, werden durch den Schritt S241 die Prozesse durchgeführt, die, wie vorstehend anhand der Fig. 13, 14, und 15 erläutert, mit den Schritten S101—S168 ausgeführt worden sind.

Daraufhin wird durch den Schritt S242 die Beurteilungsvariable  $D(i)$  für die aktuelle Iteration gemäß der Gleichung in der Figur errechnet und im Speicher abgelegt. Daraufhin wird durch den Schritt S243 bestimmt, ob der Absolutwert der Beurteilungsvariablen  $D(i)$  kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $C_0$ , und wenn die Antwort "nein" lautet, wird die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Beurteilungsvariable  $D(i)$  ungünstig geworden ist, wegen der Straßenzustände oder der Fahrbedingungen oder -zustände ziemlich hoch, und der Prozeß wird mit dem Schritt S249 fortgesetzt, durch den  $D(i)$  für die aktuelle Iteration aus dem Speicher gelöscht wird, woraufhin durch den Schritt S250 die Zähler J, K und L zurückgesetzt und der Wert für J0 auf 400 eingestellt wird, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung durchführt.

Wenn andererseits das Ergebnis des Schritts S243 "ja" ist, wird durch den Schritt S244 beurteilt, ob die Differenz zwischen der vorausgehenden Beurteilungsvariablen  $D(i-1)$  und der Beurteilungsvariablen  $D(i)$  der aktuellen Iteration kleiner ist als ein vorbestimmter Wert  $\gamma$  oder nicht, und wenn das Resultat "nein" lautet, läßt die Zuverlässigkeit zu wünschen übrig, und der Prozeß wird mit dem Schritt S249 fortgesetzt, weil der Änderungsgrad der aktuellen Beurteilungsvariablen  $D(i)$  im Vergleich zur vorausgehenden Beurteilungsvariablen  $D(i-1)$  groß ist. Wenn im Schritt S244 das Resultat "ja" lautet, wird der Zähler Ka erhöht. Der Zähler Ka wird anfänglich auf "0" eingestellt, wenn der Steuerprozeß gestartet wird.

Daraufhin wird durch den Schritt S246 geprüft, ob der Wert des Zählers Ka größer ist als 10 oder nicht. Wenn das Resultat "nein" lautet, erfolgt im Schritt S241 (oder im Schritt S101 von Fig. 13) ein Rücksprung, und der Prozeß wird wiederholt, und zehn der Beurteilungsvariablen werden im Speicher abgelegt, wenn der Schritt S146 mit "ja" beantwortet wird. Durch den Schritt S247 wird die anfängliche Einstellung für D0 als Mittelwert der zehn Beurteilungsvariablen  $D(i-9)$ ,  $D(i-8)$ , ...  $D(i)$  errechnet, und der Mittelwert wird im Speicher als Anfangseinstellung für D0 abgelegt. Daraufhin wird der Zähler K auf 0 zurückgesetzt, und der Prozeß zur Ermittlung der ursprünglichen Einstellung ist beendet. Da der ursprüngliche Wert der Beurteilungsvariablen D0 sorgfältig als Mittelwert der 10 Beurteilungswerte D berechnet worden ist, kann die Zuverlässigkeit für den ursprünglichen Einstellungswert von D0 verbessert werden. Nachfolgend soll unter Abwandlung eines Teils der vorstehend abgehandelten Ausführungsform um weitere Ausführungsform diskutiert werden.

Zunächst werden sechs Beispiele möglicher Abwandlungen der Schritte S164—S167 anhand der Fig. 28 bis 34 für eine geeignete Beurteilungsroutine für die Radgeschwindigkeitsdaten näher erläutert.

#### (1) Erste abgewandelte Ausführungsform (Fig. 28 und 29)

Da die in den Fig. 28 und 29 gezeigten Schritte S260—S262 dieselben sind wie die Schritte S144—S166 in

Fig. 15, werden diese Schritte nicht näher erläutert. Durch den Schritt S263 werden der Schlupfkoeffizient SL und SR ebenso wie die Werte SLf und SRf entsprechend den in der Figur gezeigten Gleichungen errechnet, dann wird mit dem Schritt S264 geprüft, ob der Absolutwert von  $(SL - SLf)$  kleiner ist als der vorbestimmte  $\delta$  Wert ( $\delta$  ist in etwa 0,001) oder nicht, und ob der Absolutwert von  $(SR - SRf)$  kleiner ist als  $\delta$  oder nicht, und wenn das Resultat "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S265 fortgesetzt, oder wenn das Resultat des Schritts S264 "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S169 von Fig. 16 fortgesetzt. Da der Schritt S265 derselbe ist wie der Schritt S168 wird er nicht näher erläutert.

Der Schlupfgrad SL und SR und die Werte SLf und SRf werden, wie in Fig. 29 gezeigt, miteinander verglichen, wobei immer dann, wenn SL und SR größer als  $\delta$  sind, diese Gruppe der Radgeschwindigkeitsdaten (T1 — T4) (400, 500 oder 600 Radumdrehungen) nicht verwendet wird, und wobei eine Reifenluftdruckbeurteilung unter Verwendung dieser Daten unterbunden und die gesamte Gruppe der Daten aus dem Speicher gelöscht wird.

## (2) Zweite Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 30)

Wie in Fig. 30 gezeigt, wird durch Schritt S270 die Durchschnittszeit für eine Geschwindigkeit der vier Räder aus der in der Figur gezeigten Gleichung bestimmt. Daraufhin wird durch den Schritt S271 der Schlupfgrad SL und SR für die linken und rechten Antriebsräder 3 und 4 aus der in der Figur gezeigten Gleichung errechnet, und daraufhin wird durch den Schritt S272 geprüft, ob die Richtung (das Vorzeichen) des aktuellen Schlupfgrads SL(i) sich in der selben Richtung geändert hat wie der vorausgehende Schlupfgrad SR(i-1), und zwar durch die gezeigten Ungleichungen, und wenn das Resultat "0" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S274 fortgesetzt, der derselbe ist, wie der vorstehend erläuterte Schritt S268.

Wenn das Resultat des Schritts S272 "ja" lautet, wird durch den Schritt S273 geprüft, ob der Änderungsgrad des aktuellen Schlupfgrades SR im Vergleich zum vorausgehenden Schlupfgrad SR(i-1) kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $\lambda$  ( $\lambda$  ist in etwa 0,003) oder nicht, und, ob der Änderungsgrad des aktuellen Schlupfgrads SL im Vergleich zum vorausgehenden Schlupfgrad SL(i-1) kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $\lambda$  oder nicht, und zwar anhand der in der Figur gezeigten Ungleichungen, wobei dann, wenn das Resultat "nein" ist, der Prozeß mit dem Schritt S274 fortgesetzt wird, weil der Schlupfgrad der hinteren Antriebsräder groß ist, oder dann, wenn das Resultat "ja" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S169 von Fig. 16 fortgesetzt.

## (3) Dritte Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 31)

Wie in Fig. 31 gezeigt, wird das Verhältnis der Vorderradgeschwindigkeit zur Hinterradgeschwindigkeit FRr im Schritt S280 gemäß folgender Gleichung berechnet:

$$FRr = (Tm1 + Tm2) / (Tm3 + Tm4)$$

Daraufhin wird durch die Gleichung im Schritt S281 das Verhältnis der durchschnittlichen Geschwindigkeit des Vorderrads zu derjenigen des Hinterrads ermittelt. FRrf wird durch die folgende Gleichung berechnet:

$$FRrf = (7 \times FRr + FRf) / 8$$

Daraufhin wird durch den Schritt S282 geprüft, ob der Absolutwert von  $(FRr - FRrf)$  kleiner ist als C1, wobei dann, wenn die Antwort "nein" lautet, der Prozeß mit dem Schritt S283 fortgesetzt wird, weil der Hinterradschluß groß ist, welcher Schritt derselbe ist, wie Schritt S168, oder, wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S189 von Fig. 16 fortgesetzt.

## (4) Vierte Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 32)

Wie in Fig. 32 gezeigt, werden durch den Schritt S290 die Differenz  $\Delta F$  zwischen der Zeit für eine Umdrehung der Vorderräder 1 und 2 und die Differenz  $\Delta R$  zwischen der Anzahl der Umdrehung der Hinterräder aus den in der Figur gezeigten Gleichungen errechnet, woraufhin durch den Schritt S291 geprüft wird, ob der Absolutwert von  $\Delta F$  kleiner ist als der Absolutwert von  $\Delta R$ , und wenn das Resultat "nein" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S292, der identisch zum Schritt S168 ist, fortgesetzt, weil der Hinterradschlupf groß ist, oder wenn das Resultat "ja" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S169 von Fig. 16 fortgesetzt.

## (5) Fünfte Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 33)

Wie in Fig. 33 gezeigt, wird durch den Schritt S300 die mittlere Zeit für eine Radumdrehung Tm für die vorderen linken und rechten Räder 1 und 2 aus der Gleichung  $Tm = (Tm1 + Tm2) / 2$  errechnet, woraufhin durch den Schritt S301 geprüft wird, ob der Absolutwert von  $(Tm3 - Tm)$  kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $\gamma$  oder nicht, und ob der Absolutwert von  $(Tm4 - Tm)$  kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $\gamma$  oder nicht, und wenn das Resultat "nein" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S302, der derselbe ist, wie der Schritt S108, fortgesetzt, weil der Schlupfgrad der Antriebsräder groß ist, oder wenn das Resultat "ja" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S169 von Fig. 16 fortgesetzt.

## (6) Sechste Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 34)

Wie in Fig. 34 gezeigt, wird bei der Berechnung des Schritts S301 die zeitliche Änderung für eine Radumdre-



hung der aktuellen Iteration im Vergleich zu zeitlichen Änderungen einer Radumdrehung für die vorausgehende Iteration  $\Delta Tm1$ ,  $\Delta Tm2$ ,  $\Delta Tm3$  und  $\Delta Tm4$  aus der in der Figur gezeigten Gleichung errechnet, woraufhin durch den Schritt S311 geprüft wird, ob die Vorzeichen sämtlicher Gradänderungen  $\Delta Tm1$ ,  $\Delta Tm2$ ,  $\Delta Tm3$  und  $\Delta Tm4$  dieselben sind, wobei dann, wenn das Resultat "nein" ist, der Prozeß mit dem Schritt S313, der derselbe ist wie der Schritt S168, fortgesetzt wird, weil die Radumdrehungen instabil sind, oder wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S312 fortgesetzt.

Durch den Schritt S312 wird geprüft, ob jeder der Absolutwerte der vorausgehend bestimmten  $\Delta Tm1$ ,  $\Delta Tm2$ ,  $\Delta Tm3$  und  $\Delta Tm4$  kleiner sind als der vorbestimmte Wert C2, und wenn die Antwort "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S313 fortgesetzt, weil ein Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand vorliegt, oder weil der Antriebsradschlupf groß ist, oder wenn das Resultat "ja" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S169 in Fig. 16 fortgesetzt.

#### (7) Siebte Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 35)

Hierbei handelt es sich um eine Einstellroutine für die Beurteilungsvariable als Alternative zu den Schritten S169—S178 in der vorstehend beschriebenen Fig. 16. Wie in Fig. 35 gezeigt, sind die Schritte S320, S321, S322, S324, S326 und S329 dieselben wie die Schritte S169, S170, S173, S175, S171 und S172, so daß sich die Erläuterung dieser Schritte erübrigt. Durch die Schritte S328 wird für den Fall, daß die aktuelle Beurteilungsvariable  $D(i)$  ungeeignet ist, der aktuellen Beurteilungsvariablen  $D(i)$  der Wert der vorausgehenden Beurteilungsvariablen  $D(i-1)$  gegeben, und der Prozeß wird mit dem Schritt S329 fortgesetzt. Wenn der Sollwert  $J0$  400 beträgt, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S322, mit dem Schritt S323 fortgesetzt, und die Beurteilungsvariable  $D$  wird als Mittelwert der Veränderung des Wertes der zurückliegenden beiden Beurteilungsvariablen eingestellt, oder für den Fall, daß der Sollwert von  $J0$  500 ist, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S324 mit dem Schritt S325 fortgesetzt, und die Beurteilungsvariable  $D$  wird als Mittelwert der Änderung der vorausgehenden drei Beurteilungsvariablen eingestellt, oder dann, wenn der Wert für  $J0$  600 ist, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S324, mit dem Schritt S327 fortgesetzt, und die Beurteilungsvariable  $D$  wird als Mittelwert der Änderung der vorausgehenden vier Beurteilungsvariablen eingestellt, und der Prozeß wird entweder mit dem Schritt S323, S325 oder mit dem Schritt S327 zum Schritt S179 fortgesetzt.

Auf diese Weise kann selbst dann, wenn die Radgeschwindigkeitsdaten mit geringer Zuverlässigkeit zugrundegelegt werden, durch Erhöhen der Anzahl der Daten, welche die mittlere Änderung oder Bewegung bestimmen, die Zuverlässigkeit der Beurteilungsvariablen verbessert werden.

#### (8) Achte Abwandlung der Ausführungsform (Fig. 36)

Hierbei handelt es sich um eine Erläuterung der Einstellroutine für die Beurteilungsvariable alternativ zu den Schritten S169—S178 der vorausgehend beschriebenen Fig. 16. Wie in Fig. 36 gezeigt, sind die Schritte S340, S341, S342, S344, S346 und S350 dieselben wie die Schritte S169, S170, S173, S175, S177 und S172, weshalb sich eine Erläuterung derselben erübrigt. Durch den Schritt S349 wird für den Fall, daß die aktuelle Beurteilungsvariable  $D(i)$  ungeeignet ist, dem aktuellen Wert  $D(i)$  der Wert des vorausgehenden Werts  $D(i-1)$  gegeben, und der Prozeß wird mit dem Schritt S350 fortgesetzt. Für den Fall, daß der Sollwert  $J0$  400 ist, wird der Prozeß ausgehend vom Schritt S342 mit dem Schritt S343 fortgesetzt, und der Wert  $Df$  für die Beurteilungsvariable  $D$  wird, wie die Figur zeigt, als 5faches des Werts  $Df$  errechnet, oder, wenn der Sollwert für  $J0$  500 ist, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S344 zum Schritt S345 fortgesetzt, und der Wert  $Df$  der Beurteilungsvariablen  $D0$  wird wie in der Figur gezeigt, als das 6fache des Werts  $Df$  errechnet, oder, wenn der Sollwert  $J0$  600 ist, wird der Prozeß ausgehend vom Schritt S346 mit dem Schritt S347 fortgesetzt und der Wert für  $Df$  wird als das 7fache des Werts  $Df$ , wie in der Figur gezeigt errechnet. Ausgehend von den Schritten S343, S345 oder S347 wird der Prozeß mit dem Schritt S348 fortgesetzt, und durch den Schritt S348 wird die Beurteilungsvariable  $D$  auf den Wert  $Df$  eingestellt, der in einem der vorausgehenden Schritte errechnet worden ist, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S179 fortgesetzt wird. Auf diese Weise wird deshalb, weil der Sollwert  $J0$  größer ist, die Änderung des  $Df$ -Werts größer, so daß die Zuverlässigkeit der Beurteilungsvariablen  $D$  verbessert werden kann.

Für die vorstehend beschriebene Ausführungsform kann ein Zeitgeber, ein Zähler, der das Taktsignal von der CPU zählt oder ein Zähler, der bei einer feststehenden Zeitperiode des Steuerzyklus des ABS-Steuersystems (beispielsweise 8ms) zählt, verwendet werden.

Außerdem wird in jedem Zyklus, in dem die Impulssignale  $P1-P4$  durch die Radgeschwindigkeitsfühler 51—54 ermittelt werden, konstant überwacht, ob der Eingangszustand des Impulssignals instabil geworden ist, und wenn der Eingangszustand instabil geworden ist, sollte der Prozeß zum Schritt S101 von Fig. 13 zurückgeführt werden, und das Zählen sollte erneut gestartet werden.

In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind die Radgeschwindigkeitsdaten ( $T1-T4$ ), mit anderen Worten die Zeit ( $T1-T4$ ) für eine Radumdrehung, gleich dem "relativen Radgeschwindigkeitswert". Es ist jedoch möglich, für die Luftdruckbeurteilungssteuerung die Radgeschwindigkeit ( $Vw1-Vw4$ ) anstelle der Zeit ( $T1-T4$ ) für eine Reifendrehzahl zu verwenden.

Nachfolgend wird anhand der Fig. 63 und 37 bis 48 die erste gesonderte bevorzugte Ausführungsform näher erläutert. In den Flußdiagrammen dieser Figuren bezeichnen die Indizes  $Si$  ( $i = 310, 311, 312, \dots$ ) jeden Schritt des Flußdiagramms. Grundsätzlich wird die Reifenluftdruckbeurteilung auf der Geschwindigkeit der Reifengeschwindigkeiten  $Vw1-Vw4$  für die vier Räder durch die Radgeschwindigkeitsfühler 51—54 durchgeführt. Während der Fahrzeit, oder dann, wenn einer oder mehrere der Reifen gewechselt worden ist, wird der Prozeß zum anfänglichen Einstellen des Kompensationskoeffizienten  $Cx$  durchgeführt, um den Anfangswert dieses Koeffizienten einzustellen, um Fertigungsfehler oder Reifeneigenschaften zu kompensieren.

Daraufhin wird die Reifenluftdruckbeurteilung regulär durchgeführt (jede eingestellte Fahrstrecke oder jede eingestellte Zeitperiode) und wenn einer der Reifenluftdrücke als anormal ermittelt wird, wird für den Fall, daß der Reifenluftdruck abgenommen hat, über die Warnlampe 56 eine Warnung ausgegeben.

Der vorstehend genannte Prozeß zum Einstellen der Anfangswerte wird bei einem einstellten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich durchgeführt, der durch den Straßenzustand bestimmt ist, und der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß wird bei einem Geschwindigkeitsbereich durchgeführt, der unter Berücksichtigung des Straßenzustands getrennt festgelegt wird. Diese Reifenluftdrucksteuerung umfaßt ferner einen Prozeß zur Einstellung von Anfangswerten, einen Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß, einen Prozeß zur Berechnung eines Indexes für schlechte Straßen und einen Prozeß zur Berechnung eines Straßenoberflächenreibungskoeffizienten (dieses Flußdiagramm ist nicht dargestellt).

In Bezug auf das Flußdiagramm von Fig. 37 wird nunmehr der anfängliche Einstellprozeß für den vorstehend genannten Kompensationskoeffizienten näher erläutert.

Dieser Prozeß wird gestartet, wenn der Anfangseinstellungsschalter 55 auf "AN" geschaltet wird, woraufhin die Signale von den vorstehend genannten Radgeschwindigkeitsfühlern 51 bis 54, vom Schalter 55, vom Neigungsdetektor, der in den Figuren nicht gezeigt ist (einem Fühler, der die Fahrzeugneigung in die Richtung von vorn nach hinten erfaßt) digitalisiert, und sämtliche Daten werden auf der Grundlage der Signale von den Radgeschwindigkeitsfühlern 51 bis 54 eingelesen, wobei die Radgeschwindigkeitsdaten  $Vw1 - Vw4$  durch den Schritt S410 für die Räder 1-4 errechnet werden. Daraufhin wird die Warnlampe 56 angeschaltet, um anzuzeigen, daß die Mitte des Prozesses zur Einstellung der Anfangswerte erreicht ist, und die Flagge F wird auf "0" gesetzt, um eine Reifenluftdruckbeurteilung zu unterbinden.

Als nächstes wird durch den Schritt S412 geprüft, ob die Anfangseinstellungsbedingungen für das nichtbeschleunigte oder nicht verzögerte Fahrzeug, das entlang einer normalen geraden Strecke fährt, erfüllt sind. Wenn das Fahrzeug die Bedingung erfüllt, daß es sich innerhalb des zulässigen Koeffizienten  $Cx$  für den Bereich der anfänglichen Geschwindigkeitseinstellungen befindet, der auf der Grundlage des Straßenzustands, der im Diagramm von Fig. 41 gezeigt ist, festgelegt ist, wird festgesetzt, daß die Bedingungen erfüllt sind, und der Prozeß wird mit dem Schritt S413 fortgesetzt. Wenn die Bedingungen nicht erfüllt sind, führt der Prozeß eines Rücksprungs durch.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  wird nachfolgend erläutert, und die Beschleunigung wird aus der Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  abgeleitet.

Die untere Grenze für den zulässigen Geschwindigkeitsbereich für die anfängliche Einstellung des Koeffizienten  $Cx$  ist in Fig. 41 gezeigt und auf einen vorbestimmten Wert eingestellt, der bei einer nicht zu geringen Geschwindigkeit liegt (z. B. 20 km/h), und die obere Grenze für den zulässigen Geschwindigkeitsbereich für die anfängliche Einstellung des Koeffizienten  $Cx$  wird unter Berücksichtigung des Straßenzustands (Straßenoberflächenzustand, Beschädigungsgrad, Straßenoberflächenkrümmung) bei einem Wert zwischen 40 und 50 km/h eingestellt.

Vorzugsweise wird die untere Geschwindigkeitsgrenze auf einen vorbestimmten Wert von etwa 20 km/h eingestellt, weil die vorstehend genannte untere Grenze, wenn sie einen extrem geringen Wert einnimmt, zu einer geringen Anzahl an Impulssignalen von den Radgeschwindigkeitsfühlern führt, wodurch die Ermittlungsgenauigkeit für die Radgeschwindigkeiten  $Vw1 - Vw4$  abnimmt.

In Bezug auf die vorstehend genannte obere Grenze ist fest zustellen, daß die Einstellung von 40 bis 50 km/h linear zunimmt, wenn das  $\mu$  der Straße sich von niedrig auf zu hoch ändert. Eine lineare Zunahme von 40 bis 50 km/h ist auch festzustellen, wenn der Straßenbeschädigungsgrad von schwer zu leicht (gute Straße) zunimmt und wenn die Straßenneigung sich von einem ansteigenden Hügel zu einer schwachen Steigung (eben oder hügelabwärts) ändert. Es sei bemerkt, daß  $\mu$  der Straßenoberflächenreibungskoeffizient ist.

Bei hohen Geschwindigkeiten über 50 km/h verlagert sich die Belastung von den Vorderrädern 1 und 2 zu den Hinterrädern 3 und 4, weil der Antriebsradschlupf größer wird, und die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit nimmt ab. Deshalb wird der Prozeß zur Ermittlung der Anfangseinstellungswerte vorzugsweise bei Fahrzeuggeschwindigkeiten unterhalb von 50 km/h durchgeführt, und weil der Hinterradschlupfgrad für Straßen mit geringem  $\mu$  zunimmt, wird der Prozeß zur Einstellung der anfänglichen Wert vorzugsweise bei Fahrzeuggeschwindigkeiten unterhalb von 40 km/h durchgeführt, und wenn der Straßenbeschädigungsgrad erheblich ist (schlechte Straße) steigen die Instabilitäten der Geschwindigkeiten  $Vw1 - Vw4$  der vier Räder stark an, weshalb es bevorzugt ist, den Anfangswerteinstellprozeß bei Fahrzeuggeschwindigkeiten unterhalb von 40 km/h durchzuführen.

Die vom Fahrzeug zurückgelegte Gefälle wird aus einem Signal errechnet, das durch den vorstehend genannten Neigungsermittlungsfühler ermittelt worden ist, und das Berechnungsverfahren für die Straße mit niedrigem  $\mu$  und für den Index des Straßenzustands (Flagge Fak) werden nachfolgend erläutert.

Als nächstes wird durch den Schritt S412 beurteilt, ob die Zustände oder Bedingungen vorliegen oder nicht, und durch den Schritt S413 wird der Koeffizient  $Cx$  aus dem Verhältnis der Summe der Radgeschwindigkeiten ( $Vw1 + Vw4$ ) entlang einer Geraden vom linken Vorderrad 1 zum rechten Hinterrad 4 errechnet, um die Zustände der vier Reifen zu kompensieren, einschließlich einem Reifenherstellungs- oder -montagedefekt sowie nach einem Reifenwechsel unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten, und die Summe der Radgeschwindigkeiten ( $Vw2 + Vw3$ ) der Räder entlang der anderen Diagonale vom rechten Vorderrad 2 zum linken Hinterrad 3 wird durch die folgende Gleichung errechnet:

$$Cx = (Vw1 + Vw4) / (Vw2 + Vw3)$$

Daraufhin wird durch den Schritt S414 geprüft, ob der Kompensationskoeffizient einen geeigneten Wert einnimmt, wobei festgelegt wird, daß der Kompensationskoeffizient einen geeigneten Wert einnimmt, wenn die



Abweichung des äußeren Reifenradius höchstens 0,3% beträgt, und wenn der Reifenkompensationskoeffizient in einem Bereich von rund 1 liegt (beispielsweise von 0,95 — 1,05).

Wenn der Kompensationskoeffizient einen geeigneten Wert einnimmt, wird durch den Schritt S415 der Prozeß zum Wiedereinschreiben des Koeffizienten Cx durchgeführt, wobei dem vorausgehenden Koeffizienten Cx(i-1) der Wert für den aktuellen Koeffizienten Cx(i) zugeordnet wird, woraufhin die Warnlampe 56 ausgeschaltet und die Flagge F auf "1" gesetzt wird, so daß die Reifenluftdruckbeurteilung nunmehr stattfinden kann, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S419 fortgesetzt wird.

Wenn das Resultat des Schritts S414 andererseits "nein" ist, wird durch den Schritt S417 beurteilt, ob der Koeffizient Cx stabil ist oder nicht, oder wenn er instabil ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S412 fortgesetzt, und wenn der Koeffizient Cx nicht instabil ist, wird die Warnlampe durch den Schritt S418 für eine vorbestimmte Zeitperiode (beispielsweise für 2 Sekunden) angeschaltet, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S419 fortgesetzt wird. Durch den Schritt S419 wird geprüft, ob die Flagge F auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Antwort "nein" ist, führt der Prozeß einen Rücksprung durch und wenn die Antwort "ja" ist, ist der Prozeß beendet. Wenn der Schalter 55 jedoch einmal angeschaltet ist, wird eine Vielzahl von Koeffizienten Cx aus einer Vielzahl von Wiederholungen der Anfangseinstellungsprozesse durchgeführt und der letzte Koeffizient Cx wird als Durchschnitt der Vielzahl von Cx-Werten eingestellt. Der Koeffizient Cx ist auf diese so bestimmt, daß er den Anfangszustand der vier Reifen nach Reifenwechseln aufrechterhält und daraufhin wird er im RAM-Speicher abgelegt.

Nachfolgend wird der Berechnungsprozeß zur Ermittlung der Straßenoberfläche  $\mu$  näher erläutert.

Zunächst wird die Fahrzeuggeschwindigkeit V als aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit angenommen, wobei diese Fahrzeuggeschwindigkeit einen Mittelwert der Vorderradgeschwindigkeit Vw1 und Vw2 darstellt, und diese Fahrzeuggeschwindigkeit V wird dem Anfangswerteinstellprozeß und dem Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß zugeführt.

Die Straßenoberfläche  $\mu$  wird auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit V und der Fahrzeugbeschleunigung Vg errechnet. Diese Berechnung verwendet einen 500 ms-Zeitgeber und einen 100 ms-Zeitgeber, so daß dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit Vg nicht groß genug ist, um innerhalb des 500 ms-Zeitintervalls gemessen zu werden, wird die Fahrzeugbeschleunigung, nachdem das Fahrzeug eine Beschleunigung erfahren hat, aus der Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit nach jeweils 100 ms durch die folgende Gleichung errechnet:

$$Vg = K1 \times [V(i) - V(i-100)].$$

Nachdem die 500 ms verstrichen sind und die Fahrzeugbeschleunigung groß genug geworden ist, wird die Fahrzeugbeschleunigung Vg aus der Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit während des 500 ms-Intervalls nach jeweils 100 ms durch folgende Gleichung errechnet:

$$Vg = K2 \times [V(i) - V(i-500)].$$

Wie in der nachfolgenden Gleichung, ist V(i) die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit, V(i-100) die Fahrzeuggeschwindigkeit 100 ms vor der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit, V(i-500) die Fahrzeuggeschwindigkeit 500 ms vor der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit, K1 und K2 sind vorbestimmte Konstanten. Die Straßenoberfläche  $\mu$  wird durch das dreidimensionale Komplement aus der in Fig. 63 gezeigten  $\mu$ -Tabelle berechnet, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit V und die Fahrzeugbeschleunigung Vg durch die vorstehend beschriebenen Prozesse bestimmt worden sind. Diese Straßenoberfläche  $\mu$  wird in der Prozeßermittlung der anfänglichen Einstellungen und in den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß eingeführt.

Nachfolgend wird der Schlecht-Straßenindex, der den Zustand der vorstehend genannten Straßenoberfläche wiedergibt, anhand des in Fig. 40 dargestellten Flußdiagramms näher erläutert.

Bei diesem Berechnungsprozeß handelt es sich beispielsweise um einen Beurteilungsprozeß unter Verwendung der Radgeschwindigkeitswarnlampe, und nachdem die Schlecht-Straßenindex-Berechnung gestartet worden ist, werden sämtliche Datentypen durch den Schritt S450 eingelesen. Daraufhin wird durch den Schritt S451 geprüft, ob die Flagge Fa auf "0" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Flagge anfänglich auf "0" gesetzt ist, ist die Antwort auf die anfängliche Überprüfung "nein", und für jeden anderen Fall lautet die Antwort "ja", wenn die Flagge auf 0 gesetzt ist, und der Prozeß wird mit dem Schritt S452 fortgesetzt. Durch den Schritt S452 wird der Zähler K auf 0 zurückgesetzt und der Zeitgeber wird gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden ist, woraufhin durch den Schritt S453 die Flagge FA auf "1" gesetzt und der Prozeß mit dem Schritt S454 fortgesetzt wird.

Wenn das Ergebnis des Schritts S451 "nein" ist, werden die Schritte S452 und S453 übersprungen, und der Prozeß wird mit dem Schritt S454 fortgesetzt. Durch den Schritt S454 wird die Radbeschleunigung AVw1 (die Radbeschleunigung umfaßt auch den Fall der Radverzögerung) für das linke Vorderrad 1 durch zeitliches Differenzieren der Radgeschwindigkeit Vw1 berechnet.

Daraufhin wird durch den Schritt S455 der Absolutwert der Radbeschleunigung überprüft, um zu prüfen, ob er kleiner ist als der spezifizierte Schlechtstraßen-Schwellenwert Ao, und wenn die Antwort darauf "ja" lautet, wird der Zähler K durch den Schritt S456 zurückgesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S457 fortgesetzt. Wenn das Resultat des Schritts 455 "nein" ist, überspringt der Prozeß den Schritt S456 und wird mit dem Schritt S457 fortgesetzt.

Durch den Schritt S457 wird geprüft, ob die Zeitzählrate des Zeitgebers T größer ist als das vorgegebene Zeitintervall T1 (beispielsweise 1000 ms) oder nicht, und bis das Zeitintervall T1 angelaufen ist, führt der Prozeß den Schritt S457 innerhalb des Zeitintervalls T1 wiederholt durch, wobei der Zähler K zählt, wenn der Absolutwert der Radbeschleunigung AVw1 größer ist als der Schwellenwert Ao.

Wenn das vorstehend genannte vorbestimmte Zeitintervall  $T_1$  abgelaufen ist, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S475 mit dem Schritt S458 fortgesetzt, um zu zählen, wie oft der Absolutwert der Radbeschleunigung  $AVw_1$  größer als der Schwellenwert  $A_0$  in der nächsten vorbestimmten Zeitperiode  $T_1$  ist, wobei die Flagge  $F_a$  "0" gesetzt wird. Daraufhin wird in den Schritten S459—S463 auf der Grundlage des Zählwerts des Zählers  $K$ , wenn der Zählwert bzw. der Zähler  $K \leq 3$ , die Schlechtstraßenflagge  $F_{ak}$  auf "1" gesetzt, wenn der Zähler  $K$   $3 < K \leq 7$ , wird die Schlechtstraßenflagge  $F_{ak}$  auf 2 gesetzt, und wenn der Zähler  $K > 7$  ist, wird die Schlechtstraßenflagge  $F_{ak}$  auf "2" gesetzt. Die vorstehend genannten Zählwerte 3 und 7 sind mit der vorbestimmten Zeitperiode  $T_1$  verbunden.

Auf diese Weise wird während jeder vorbestimmten Zeitperiode  $T_1$  während des anfänglichen Einstellungsprozesses auf der Grundlage der Reifengeschwindigkeit  $Vw_1$  des linken Rads 1, die Schlechtstraßenflagge auf einen der Werte "1", "2" oder "3" gesetzt.

Ähnlich wie vorstehend beschrieben, wird auf der Grundlage jeder der Radgeschwindigkeiten  $Vw_2$ — $Vw_4$  einer Schlechtstraßenflagge einen Wert "0", "1" oder "2" zugeordnet, und das Schlechtstraßenindex wird als Mittelwert der vier Schlechtstraßenflaggen  $F_{ak}$  berechnet und abgerundet, und das Resultat wird für den Anfangseinstellungsprozeß und den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß verwendet.

Nachfolgend wird anhand der Flußdiagramme der Fig. 38 und 39 der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß näher erläutert.

Der Prozeß der Reifenluftdruckbeurteilung wird beispielsweise nach jeweils 500 Fahrkilometern des Fahrzeugs durchgeführt. Nachdem der Prozeß gestartet worden ist, wird jedes Signal der vorstehend genannten Fühler 51—54 und des Schalters 55 in digitale Signale umgewandelt und durch den Schritt S420 eingelesen, woraufhin durch den Schritt S421 geprüft wird, ob die Flagge  $F$  auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird beurteilt, ob die Beurteilungsbedingungen für die Reifenluftdruckbeurteilung erfüllt sind oder nicht.

Für die Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen wird das Fahrzeug weder beschleunigt noch verzögert, sondern fährt auf einer normalen geraden Strecke, und wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit unter den in Fig. 42 gezeigten Straßenzuständen innerhalb eines für die Beurteilung des Reifenluftdrucks zulässigen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs zu liegen kommt, wird definiert, daß die Bedingungen erfüllt sind, und der Prozeß wird mit dem Schritt S423 fortgesetzt, während er mit dem Schritt S424 fortgesetzt wird, wenn die Bedingungen nicht erfüllt sind.

Die in Fig. 42 gezeigte untere Grenze des zulässigen Geschwindigkeitsbereichs für die Reifenluftdruckbeurteilung ist auf einen vorbestimmten Wert eingestellt, der einer nicht zu geringen Geschwindigkeit (beispielsweise 20 km/h) entspricht, und die obere Grenze für den zulässigen Geschwindigkeitsbereich zur Reifenluftdruckbeurteilung wird unter Berücksichtigung der Straßenzustände (Straßenoberflächenreibungszustand, Beschädigungsgrad, Straßenoberflächengefälle) auf einen Wert zwischen 40 und 50 km/h eingestellt.

Wird die vorstehend genannte untere Grenze auf einen zu niedrigen unteren Wert eingestellt, nimmt die Ermittlungsgenauigkeit für die Radgeschwindigkeiten  $Vw_1$ — $Vw_4$  ab, weil die Anzahl der Impulssignale von den Radgeschwindigkeitsfühlern klein ist, weshalb die untere Geschwindigkeitsgrenze bevorzugt auf einen vorbestimmten Wert von etwa 20 km/h eingestellt wird.

Hinsichtlich der vorstehend genannten oberen Grenze ist zu bemerken, daß die Einstellung linear von 40 bis 50 km/h ansteigt, wenn das  $\mu$  der Straße von einem niedrigen zu einem hohen Wert ansteigt; außerdem steigt die Einstellung linear von 40 bis 50 km/h an, wenn der Beschädigungszustand der Straße von schwer zu leicht (gute Straße) abnimmt, und die obere Einstellungsgrenze nimmt von 40 bis 50 km/h zu, wenn die Straßenneigung sich von einem ansteigenden Hügel zu einer schwachen Neigung (eben oder bergab) ändert. Deshalb nimmt bei Geschwindigkeitszuständen oberhalb von 50 km/h der Hinterradschlupfgrad zu und die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeiten  $Vw_1$ — $Vw_4$  ab, wobei selbst dann, wenn bei Fahrzeuggeschwindigkeiten über 50 km/h die Genauigkeit nur geringfügig abnimmt, die Grenze zur Ermittlung der Reifenluftdruckverminderung wie vorstehend ausgeführt eingestellt wird.

Da der Grad des Hinterradschlupfes bei geringem  $\mu$  der Straße zunimmt, wird der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß bevorzugt bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb von 40 km/h durchgeführt. Wenn die Straße schlechter wird, nehmen die Instabilitäten der Radgeschwindigkeit  $Vw_1$ — $Vw_4$  zu, so daß der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß auch deshalb bevorzugt bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von unterhalb 40 km/h durchgeführt wird.

Durch den Schritt S423 wird die in Fig. 39 gezeigte Reifenluftdruckbeurteilungsunterroutine durchgeführt, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung durchführt. Wenn die Antwort beim Schritt S421 oder S422 "nein" lautet, wird durch den Schritt S424 der Zeitgeber für die Reifenluftdruckbeurteilungsunterroutine zurückgesetzt, die Flaggen  $F_a$  und  $F_t$  werden auf "0" gesetzt und die Zähler  $I$  und  $J$  werden auf 0 zurückgesetzt, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung durchführt.

Nachfolgend wird die Reifenluftdruckbeurteilungsunterroutine beginnend mit dem Schritt S423 in Bezug auf die Fig. 39 näher erläutert.

Zunächst wird durch den Schritt S430 geprüft, ob die Flagge  $F_t$  auf "1" gesetzt ist, und da die Antwort im ersten Durchgang "nein" lautet, wird der Zeitgeber  $T$  durch den Schritt S421 gestartet und die Flagge  $F_t$  wird auf "1" gesetzt, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S432 fortgesetzt wird. Wenn die Flagge  $F_t$  andernfalls auf "1" gesetzt ist, geht der Prozeß, ausgehend vom Schritt S430, mit dem Schritt S432 weiter. Durch den Schritt S432 wird die Reifenluftdruckvariable  $E$  in Übereinstimmung mit der gezeigten Formel berechnet.

Wie im Flußdiagramm von Fig. 45 gezeigt, startet für jede vorbestimmte Fahrzeugfahrstrecke die Unterroutine, und ähnlich wie vorstehend beschrieben, wird jede Art von Daten durch den Schritt S470 eingelesen, ähnlich dem Schritt S422; durch den Schritt S471 wird bestimmt, ob die Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen erfüllt sind oder nicht, und wenn das Resultat "ja" ist, werden durch den Schritt S472 für ein Intervall von beispielsweise



8 ms die Impulssignale P1 — P4 lesen, und die Daten werden vorübergehend im Puffer (B1 — B4) gespeichert. Daraufhin führt der Prozeß einen Rücksprung durch und wiederholt sich selbst. Wenn die Antwort des Schritts S471 andererseits "nein" lautet, führt der Prozeß umgehend einen Rücksprung durch und wiederholt sich.

Wenn die Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen erfüllt sind, werden die 8 ms der Impulssignale P1 — P4 erneuert in den Puffern B1 — B4 abgespeichert.

Parallel zum Impulseinleseprozeß wird die Reifenluftdruckbeurteilung gemäß Fig. 4 ausgeführt.

Wenn die Routine von Fig. 46 gestartet wird, werden die Daten in den Puffern B1 — B4 durch den Schritt S480 gelesen, woraufhin der Zähler I, der zählt, wie oft der Lesevorgang durchgeführt worden ist, erhöht wird, und die Anzahl, wie oft der Lesevorgang durchgeführt worden ist, wird im Schritt S481 gezählt. Durch den Schritt S482 wird die Anzahl der Impulse Nw1 — Nw4 der Impulssignale P1 — P4 errechnet. Zur Berechnung der Impulsanzahl Nw1 — Nw4 wird die Impulsanzahl  $\Delta w1$  bis  $\Delta w4$  dieser Iteration zur Summe der Impulsanzahl bis zur vorausgehenden Iteration, einschließlich dieser, hinzuaddiert.

Durch den Schritt S483 wird bestimmt, ob der Zähler bzw. die Zählrate I größer als ein vorbestimmter Wert ist (beispielsweise 100), und wenn das Resultat "nein" ist, kehrt der Prozeß zum Schritt S480 zurück und die Schritte ab dem Schritt S480 werden ausgeführt. Wenn das Resultat des Schritts S483 "ja" ist, wird durch den Schritt S484 die maximale Anzahl der Impulse Nwmax für die Impulsanzahl Nw1 — Nw4 und die gemittelte Impulsanzahl Nwm der Impulsanzahl Nw1 — Nw4 berechnet.

Daraufhin wird bestimmt, ob der Wert von (Nwmax — Nwm) größer als ein vorbestimmter Wert C ist oder nicht, wobei dann, wenn das Resultat "nein" ist, der Prozeß mit dem Schritt S486 fortgesetzt ist, während dann, wenn die Antwort "ja" lautet, durch den Schritt S487 eine Reifenluftdruckanomalie (Abnahme) festgestellt wird, woraufhin die Warnlampe durch den Schritt S488 für eine vorbestimmte Zeitperiode eingeschaltet wird, wonach die im Speicher abgelegte Impulsanzahl Nw1 — Nw4 und der Zähler I im Schritt S489 gelöscht bzw. auf "0" zurückgesetzt werden.

Da die Anzahl der Umdrehungen für einen Reifen, der einen Luftdruckverlust erlitten hat, zunimmt, und da die Impulsanzahl von dem Radgeschwindigkeitsfühler desjenigen Reifens, der einen Luftdruckverlust erlitten hat, einen Maximalwert annimmt, kann das Vorliegen einer Reifenluftdruckanomalie daraus ermittelt werden, ob der Wert (Nwmax — Nwm) den vorbestimmten Wert übersteigt oder nicht.

Bei dieser Abwandlung der Ausführungsform wird der Anfangseinstellungsprozeß dann nicht durchgeführt, wenn ein Reifenwechsel durchgeführt worden ist. Das Durchführen des Anfangseinstellungsprozesses kann jedoch auch so ausgelegt sein, daß eine Reifenluftdruckanomalie ermittelt wird auf der Grundlage der Verhältnisse  $Nw1/INw1$  —  $Nw4/INw4$ , wobei  $INw1$  —  $INw4$  die vorbestimmte Anfangsimpulsanzahl und  $Nw1/Nw4$  die Impulsanzahl ist, die während der Reifenluftdruckbeurteilung erfaßt worden ist. Wenn das Verhältnis  $Nw1/INw1$  —  $Nw4/INw4$  größer als ein vorbestimmter Wert ist, wird festgesetzt, daß eine Reifenluftdruckanomalie vorliegt.

Da die Fahrzeuggeschwindigkeit V aus dem Anfangseinstellungsprozeß und die Fahrzeugeinstellgeschwindigkeit, bei welcher die Reifenluftdruckbeurteilung durchgeführt wird, nicht darauf beschränkt sind, dieselben zu sein, ist es notwendig, die vorstehend genannten Verhältnisse  $Nw1/INw1$  —  $Nw4/INw4$  zu verwenden.

Ferner wird bei dieser Ausführungsform die Impulsanzahl Nw1 — Nw4 bestimmt, auf der Grundlage der Daten für die Impulsanzahl Nw1 — Nw4, der 48 Impulse für eine Fahrzeugumdrehung, des Zählerwerts 10 und der Zeit (8ms) zum Lesen der Radgeschwindigkeitsdaten für eine Umdrehung für jedes der Räder 1 — 4 kann die Zeit Tw1 — Tw4 für eine Radumdrehung als Parameter berechnet werden, der zum Bestimmen einer Reifenluftdruckanomalie verwendet werden kann. Ähnlich wie vorher, wird der Anfangseinstellungsprozeß durchgeführt, und die Zeit ITw1 — ITw4 für eine Radumdrehung wird wie im vorstehend angeführten Anfangseinstellungsprozeß berechnet, und das Verhältnis der Zeit Tw1 — Tw4 zu den Zeiten ITw1 — ITw4, welches Verhältnis  $Tw1/ITw1$  —  $Tw4/ITw4$  ist, kann als ein Parameter zur Bestimmung einer reifen Luftdruckanomalie verwendet werden.

Vorzugsweise wird die in den Fig. 47 und 48 gezeigte Unteroutine ausgeführt, um zu bestimmen, ob entweder die Anfangseinstellungsbedingungen des vorausgehenden Schritts S412 oder die Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen des vorausgehenden Schritts S422 erfüllt sind.

Um diesen Prozeß auszuführen, werden sämtliche der folgenden Signale der Steuereinheit 50 zugeführt: Das Bremssignal BS vom Bremsschalter, das Lenkwinkelsignal  $\Theta_h$  vom Lenkwinkelfühler, das Signal DD für die zurückgelegte Entfernung von der Meßvorrichtung für die zurückgelegte Entfernung, das Winkelinklinationssignal  $\Theta_k$  vom Winkelinklinationfühler, der den Fahrzeugkörper-Neigungswinkel von vorne nach hinten ermittelt, das dem Seitwärtsbeschleunigungsgrad entsprechende Signal Gh, das von dem Seitwärtsbeschleunigungsfühler gemessen wird, der den Grad der zur Seite gerichteten Beschleunigung mißt, der der Wagen ausgesetzt ist, das Giergradsignal  $\Phi_v$  vom Giergradsensor, die Hydrauliköldrucksignale Hp1 — Hp4, welche den Öldruck in der Einstellkammer für die Vierrad-Fahrzeughöheneinstellung für die aktive Aufhängungsvorrichtung ermittelt, das Handbremsensignal PBs vom Handbremsschalter und das ABS-Betriebssignal und das TRC-Betriebssignal von der Steuereinheit 44, durch die die Antirutschsteuerung und die Traktionssteuerung durchgeführt werden.

Zunächst wird durch den Schritt S500 bestimmt, ob die Handbremse "an" ist oder nicht, und wenn die Handbremse "an" ist (wenn das Fahrzeug, einem inkorrekten Betrieb entsprechend, mit angezogener Handbremse fährt), und weil ebenso wie der Bremszustand die Last auf die Vorder- und Hinterräder nicht gleichmäßig verteilt ist, nimmt die Genauigkeit bei der Ermittlung der Radgeschwindigkeit ab, und im Schritt S518 wird bestimmt, daß die Bedingungen oder Zustände nicht erfüllt sind.

Daraufhin wird durch den Schritt S501 beurteilt, ob das Fahrzeug beschleunigt oder verzögert wird oder nicht, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit V jedoch als Fahrzeuggeschwindigkeit eingegeben wird, und die Fahrzeuggeschwindigkeit V, die sich als Mittelwert der Radgeschwindigkeit der linken und rechten freien Räder (Vorderäder 1' und 2') ergeben hat, und aus der Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit V wird bestimmt, ob das

Fahrzeug beschleunigt oder verzögert wird. Wenn das Fahrzeug beschleunigt, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil die Last auf den Vorder- und Hinterrädern nicht gleichmäßig verteilt ist, und weil der Grad des Antriebsradschlupfes groß wird, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

5 Als nächstes wird durch den Schritt S502 auf der Grundlage des Lenkwinkelsignals  $\Theta_h$  ermittelt, ob das Fahrzeug eine Wende ausführt oder nicht, und wenn das Fahrzeug eine Wende ausführt, ist es nicht zweckmäßig, die Reifenluftdruckbeurteilung durchzuführen, weil die Differenz zwischen den Radgeschwindigkeiten der inneren Räder und der äußeren Räder groß wird, und durch den Schritt S18 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

10 Als nächstes wird durch den Schritt S503 auf der Grundlage des ABS-Betriebssignals ermittelt, ob die ABS-Vorrichtung sich im Betrieb befindet oder nicht, und wenn sie sich im Betrieb befindet, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil das Fahrzeug oft bremst, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

15 Daraufhin wird durch den Schritt S504 auf der Grundlage des TRC-Betriebssignals ermittelt, ob die TRC-Vorrichtung sich im Betrieb befindet oder nicht, und wenn sie sich im Betrieb befindet, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Geschwindigkeit ab, weil das Fahrzeug oft bremst, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

20 Durch den Schritt S505 wird auf der Grundlage des Straßenoberflächengefällesignals  $\Theta_k$  (das vom Gefälleermittlungsfühler erzeugt wird) bestimmt, ob die Straße, auf dem das Fahrzeug fährt, über einen Hügel verläuft oder nicht, wobei dann, wenn ein Hügel vorliegt, die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ähnlich wie beim Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand abnimmt, wobei durch den Schritt S518 bestimmt wird, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

25 Durch den Schritt S506 wird auf der Grundlage des Mittelwerts für die Schlechtstraßenflagge  $F_{ak}$ , die für jedes der vier Räder ähnlich wie die vorstehend angeführte Schlechtstraßenflagge  $F_{ak}$  berechnet worden ist, bestimmt, ob das Fahrzeug auf einer schlechten Straße fährt oder nicht, und wenn das Fahrzeug auf einer schlechten Straße fährt, wird durch den Schritt S518 bestimmt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind, weil die vier Radgeschwindigkeiten instabil sind.

30 Durch den Schritt S507 wird bestimmt, ob das Fahrzeug auf einer geneigten Straßenoberfläche fährt oder nicht, und wenn das Fahrzeug auf einer geneigten Straßenoberfläche fährt, ergeben sich zwischen der Radgeschwindigkeit der linken Vorder- und Hinterräder 1' und 3' und der rechten Vorder- und Hinterräder 2' und 4' Differenzen, obwohl kein Gieren, jedoch eine Seitwärtsbeschleunigung auftritt, wobei das Vorliegen oder Nichtvorliegen einer geneigten Straßenoberfläche auf der Grundlage des Giergradsignals  $\Phi_v$ , der vier Radgeschwindigkeiten  $V_{w1} - V_{w4}$  und auf der Grundlage des Seitenbeschleunigungsgradsignals  $G_h$  ermittelt wird, und wenn festgestellt wird, daß eine geneigte Straßenoberfläche vorliegt, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil die Radbelastung auf der tieferliegenden Seite des Fahrzeugs zunimmt, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

40 Durch den Schritt S508 wird ermittelt, ob das Fahrzeug feststeckt, wenn es beispielsweise auf einer schneebedeckten Straße fährt usw., wobei dann die beiden Antriebsräder 3' und 4' leer drehen, wobei die Ermittlung, ob das Fahrzeug feststeckt auf der Grundlage der Radgeschwindigkeiten  $V_{w1} - V_{w4}$  erfolgt. Wenn das Fahrzeug feststeckt, weil die Radgeschwindigkeiten als anormal ermittelt werden, wird es schwierig, den Reifenluftdruck zu beurteilen, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

45 Durch den Schritt S509 wird bestimmt, ob die Hinterräder rutschen oder nicht, wobei das Rutschen der Hinterräder auf Grundlage der Geschwindigkeit der Hinterradgeschwindigkeiten 3' und 4' und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  bestimmt wird. Wenn die Hinterräder rutschen, wird es schwierig, den Reifenluftdruck zu beurteilen, weil die Radgeschwindigkeiten als anormal ermittelt werden, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

50 Durch den Schritt S510 wird ermittelt, ob beide Hinterräder einer schlechten oder beschädigten Straßen ausgesetzt sind, und für den Fall, daß beurteilt wird, daß sowohl das linke Hinterrad 3' wie das rechte Hinterrad einer schlechten Straße ausgesetzt sind, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil die Wahrscheinlichkeit hoch ist, daß die Hinterräder 3' und 4' mit Ketten versehen sind, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

55 Durch den Schritt S511 wird bestimmt, ob für beide Vorderräder eine schlechte Straße ermittelt worden ist, und für den Fall, daß diese Beurteilung für das linke Vorderrad 1' und das rechte Vorderrad 2' zutrifft, nimmt die Genauigkeit des ermittelten Geschwindigkeitssignals ab, weil die Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Vorderräder 1' und 2' mit Ketten versehen worden sind, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

60 Durch den Schritt S512 wird bestimmt, ob die Radgeschwindigkeit der beiden Hinterräder im Vergleich zu derjenigen der beiden Vorderräder niedrig ist, und falls dies der Fall ist, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil die Wahrscheinlichkeit hoch ist, daß die Hinterräder 3' und 4' mit Ketten versehen sind, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

Durch den Schritt S513 wird bestimmt, ob die Radgeschwindigkeit der beiden Vorderräder im Vergleich zu denjenigen der beiden Hinterräder niedrig ist, und wenn dies der Fall ist, nimmt die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit ab, weil die Wahrscheinlichkeit hoch ist, daß die Vorderräder 1' und 2' mit Ketten versehen sind, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind.

65 Durch den Schritt S514 wird ermittelt, ob der Hydraulikkammer Öldruck  $H_{p1} - H_{p4}$  zur Einstellung der Fahrzeughöhe größer ist als ein vorbestimmter Wert, und die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit nimmt ab, weil die Radbelastung übermäßig wird, wenn das Fahrzeug und/oder der Kofferraum mit einer schweren Last befrachtet sind, und durch den Schritt S518 wird festgesetzt, daß die Bedingungen nicht erfüllt



sind.

Durch den Schritt S515 wird bestimmt, ob unter den Hydraulikdrücken  $Hp1$  —  $Hp2$  lediglich der Hydraulikdruck  $Hp3$  —  $Hp4$  der beiden Hinterräder im Vergleich zum Hydraulikdruck  $Hp1$  und  $Hp2$  der beiden Vorderräder groß ist, wobei dann, wenn der Hydraulikdruck  $Hp3$  und  $Hp4$  groß ist, die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeit abnimmt, weil sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, in dem der Kofferraum stark beladen ist, und durch den Schritt S518 wird festgelegt, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind. 5

Durch den Schritt S516 wird bestimmt, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  im zulässigen Geschwindigkeitsbereich liegt. Bei diesem Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich handelt es sich entweder um den zulässigen Anfangseinstellungsgeschwindigkeitsbereich für den Koeffizienten  $C_x$  gemäß Fig. 41 oder um den zulässigen Reifenluftdruckbeurteilungsfahrzeuggeschwindigkeitsbereich gemäß Fig. 42, und wenn das Resultat "nein" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S518 fortgesetzt, durch den festgesetzt ist, daß die Bedingungen nicht erfüllt sind. 10

Wenn die Resultate sämtlicher Beurteilungen aus den Schritten S500 bis S515 "nein" sind und wenn das Resultat der Beurteilung von Schritt S518 "ja" lautet, wird durch den Schritt S517 festgesetzt, daß die Bedingungen erfüllt sind, weil die Radgeschwindigkeit mit hoher Genauigkeit ermittelt werden kann.

Nachfolgend soll in Bezug auf die Fig. 49 bis 55 die zweite Abwandlung der Ausführungsform der Reifenluftdruckbeurteilungssteuerung, die mittels der Steuereinheit 500 durchgeführt wird, näher erläutert werden. In den Flußdiagrammen bezeichnet  $Si$  ( $i = 601, 602, 603 \dots$ ) die Schritte in den Flußdiagrammen. Da diese bevorzugte Ausführungsform eine Abwandlung der ersten Ausführungsform ist, werden die bereits vorstehend erläuterten Teile nicht oder nur kurz erläutert. 15

Zunächst sollen die Grundzüge der Reifenluftdruckbeurteilungssteuerung erläutert werden. Der Anfangseinstellungsprozeß, durch den der Kompensationskoeffizient  $C_x$  ermittelt wird, wird ausgeführt, wenn sich das Fahrzeug im ersten Geschwindigkeitsbereich (beispielsweise 10 bis 55 km/h) für die anfängliche Einstellung befindet, und der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß wird ausgeführt, wenn sich das Fahrzeug im zweiten Geschwindigkeitsbereich (beispielsweise 10 km/h bis zur Fahrzeugmaximalgeschwindigkeit) für die Reifenluftdruckbeurteilung befindet. Diese Reifenluftdruckbeurteilungssteuerung umfaßt sowohl den Anfangseinstellungsprozeß wie den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß. 20 25

In Bezug auf das in Fig. 49 gezeigte Flußdiagramm wird der Anfangseinstellungsprozeß für den Koeffizienten  $C_x$  näher erläutert.

Der Anfangseinstellungsprozeß für den Koeffizienten  $C_x$  wird dadurch eingeleitet, daß der Schalter auf die "an"-Position umgeschaltet wird, falls der Reifen gewechselt worden ist, usw. Daraufhin wird jede Art von Daten, die Signale von dem Radgeschwindigkeitsfühler und vom Schalter digitalisiert und gelesen, und auf der Grundlage der ermittelten Signale von den Radgeschwindigkeitsfühlern werden die Reifengeschwindigkeiten  $Vw1$  —  $Vw4$  der vier Räder 1 — 4 durch den Schritt S601 errechnet, worauf hin die Warnlampe angeschaltet wird, um anzuzeigen, daß sich der Anfangseinstellungsprozeß in der Prozeßmitte befindet, und um die Reifenluftdruckbeurteilung zu verhindern, wird die Flagge  $F$  durch den Schritt S602 auf "0" gesetzt. 30 35

Durch den Schritt S603 wird beurteilt, ob die Bedingung für die Anfangseinstellungsbedingungen für den Koeffizienten  $C_x$  erfüllt sind oder nicht. Wenn feststeht, daß das Fahrzeug sich nicht in einem Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand befindet, sondern auf einer normalen geraden Strecke fährt, und wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit innerhalb des Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs für die Anfangseinstellung befindet, werden die Bedingungen als erfüllt beurteilt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S604 fortgesetzt, wobei anderenfalls dann, wenn die Bedingungen als nicht erfüllt beurteilt werden, der Prozeß einen Rücksprung ausführt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  stimmt vorliegend mit der vorstehend genannten Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  überein. 40

Wenn durch den Schritt S603 die Beurteilung "ja" lautet, wird durch die Schritte S604 — S609 der Korrekturkoeffizient  $\alpha$  zum Korrigieren des Reifenluftdruckbeurteilungsschwellenwerts wie folgt ermittelt: 45

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  höher ist als 10 km/h und niedriger als 25 km/h wird der Korrekturkoeffizient  $\alpha$  durch die Schritte S605 auf 1,10 eingestellt. Wenn andererseits die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  höher ist als 25 km/h und niedriger als 40 km/h, wird der Korrekturkoeffizient gemäß den Schritten S606 und S607 auf 1,05 eingestellt. Wenn andererseits die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  höher ist als 40 km/h und niedriger als 55 km/h, wird der Korrekturkoeffizient gemäß den Schritten S608 und S609 auf 1,00 eingestellt. 50

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit mit anderen Worten höher ist als 40 km/h und niedriger als 55 km/h, ist die Genauigkeit der ermittelten Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  am größten, wobei dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit abnimmt, die Genauigkeit der ermittelten Fahrzeuggeschwindigkeit  $Vw1$  —  $Vw4$  abnimmt. Mit abnehmender Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  nimmt der Korrekturkoeffizient  $\alpha$  zu, und der Beurteilungsschwellenwert für die Reifenluftdruckbeurteilung wird auf einen größeren Wert korrigiert. Die vorstehend genannten Werte 1,10 und 1,05 sind lediglich Beispiele, und die Erfindung ist nicht auf diese Werte beschränkt. 55

Ausgehend von den Schritten S605, S607 oder S609 wird der Prozeß mit dem Schritt S610 fortgesetzt, durch den der Koeffizient  $C_x$  aus der in der Fig. gezeigten Gleichung unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten  $Vw1$  —  $Vw4$  errechnet wird, um die vier Reifenanfangseinstellungen für den Fall zu kompensieren, daß ein Reifen gewechselt worden ist usw., unter Hinzufügung der Reifenherstellungsfehler und der speziellen Eigenschaften. 60

Als nächstes wird durch den Schritt S611 bestimmt, ob der Wert des Koeffizienten  $C_x$  ein geeigneter Wert ist oder nicht. Im Zusammenhang mit dem Herstellungsfehler liegt der größte Fehler des Reifenradius bei 0,3%, weshalb für den Fall, daß der Koeffizient  $C_x$  im Rundungsbereich von 1 (beispielsweise 0,95 bis 1,05) liegt, der Koeffizient  $C_x$  als geeignet festgelegt wird. 65

Wenn der Koeffizient  $C_x$  einen geeigneten Wert hat, wird durch den Schritt S612 der Wiedereinschreibprozeß für den Koeffizienten  $C_x$  durchgeführt, und der vorausgehende Wert  $C_x(i-1)$  wird als aktueller Wert  $C_x(i)$  eingeschrieben, woraufhin durch den Schritt S613 die Warnlampe ausgeschaltet wird; um die Ausführung der

Reifenluftdruckbeurteilung zu ermöglichen, wird die Flagge F auf "1" gesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S616 fortgesetzt.

Wenn das Resultat des Schritts S611 andererseits "nein" ist, wird durch den Schritt S614 bestimmt, ob der Koeffizient Cx stabil ist oder nicht, wobei dann, wenn der Koeffizient instabil ist, der Prozeß mit dem Schritt S603 fortgesetzt wird und die Schritte beginnend mit Schritt 603 erneut ausgeführt werden. Andererseits wird für den Fall, daß der Koeffizient Cx stabil ist die Warnlampe durch den Schritt S615 für eine vorbestimmte Zeitperiode (beispielsweise 2 Sekunden) eingeschaltet, und der Prozeß wird mit dem Schritt S616 durchgeführt. Durch den Schritt S616 wird geprüft, ob die Flagge F auf "1" gesetzt ist oder nicht, wobei dann, wenn die Antwort "nein" lautet, der Prozeß zum Schritt S603 zurückkehrt, und wenn das Resultat des Schritt S616 "ja" ist, ist der Prozeß beendet.

Bei eingeschaltetem Schalter ist es innerhalb desselben Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs möglich, daß der Prozeß eine Vielzahl von Koeffizienten Cx durch wiederholtes Ausführen des Anfangseinstellungsprozesses ermittelt, wobei der Endwert Cx als Mittelwert der Vielzahl von Cx-Werten festgelegt wird.

Der Koeffizient Cx wird zum Kompensieren der Anfangsbedingungen der vier Reifen nach einem Reifenwechsel im RAM-Speicher abgespeichert, wobei der Anfangseinstellungsprozeß unterdrückt wird, wenn das Fahrzeug auf einer Straße mit niedrigem  $\mu$ , einer schlechten Straße oder einem Hügel fährt.

Nachfolgend wird die Reifenluftdruckbeurteilung in Bezug auf die Flußdiagramme der Fig. 50 und 51 näher erläutert.

Dieser Luftdruckbeurteilungsprozeß wird bei fahrendem Fahrzeug kontinuierlich durchgeführt. Nachdem der Prozeß gestartet worden ist, werden alle Arten von Daten gelesen, und auf der Grundlage der von den Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelten Signale werden die Radgeschwindigkeiten Vw1—Vw4 durch den Schritt S620 berechnet, woraufhin durch den Schritt S621 geprüft wird, ob die Flagge F auf "1" gesetzt ist, und wenn das Resultat "ja" ist, wird durch den Schritt S622 bestimmt, ob die Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen erfüllt sind oder nicht.

Zu den Reifenluftdruckbeurteilungsbedingungen ist zu bemerken, daß sie erfüllt sind, wenn sich das Fahrzeug nicht in einem Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand befindet und auf einer normalen, geraden Strecke fährt, und wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V im Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich für die Reifenluftdruckbeurteilung liegt, wird der Prozeß mit dem Schritt S623 fortgesetzt, während dann, wenn die Bedingungen nicht erfüllt sind, der Prozeß mit dem Schritt S629 fortgesetzt wird.

Für den Fall, daß die Bedingungen erfüllt sind, wird in den Schritten S623 bis S627 unter Verwendung der Fahrzeuggeschwindigkeit V der Korrekturkoeffizient  $\beta$  zur Korrektur des Beurteilungsschwellenwerts ermittelt.

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V zwischen 10 km/h und 50 km/h liegt, wird der Korrekturkoeffizient  $\beta$  durch die Schritte S623 und S624 auf 1,00 eingestellt. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit andererseits zwischen 50 km/h und 100 km/h liegt, wird der Korrekturkoeffizient  $\beta$  durch die Schritte S625 und S626 auf 1,10 eingestellt. Wenn die die Fahrzeuggeschwindigkeit schließlich höher als 100 km/h ist, wird der Korrekturkoeffizient  $\beta$  durch den Schritt S627 auf 1,20 eingestellt.

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V zwischen 10 km/h und 50 km/h liegt, wird der Korrekturkoeffizient  $\beta$  auf 1,00 eingestellt, weil die Reifenluftdruckbeurteilung bei einer Geschwindigkeit ausgeführt wird, die nahe an der Fahrzeuggeschwindigkeit V des vorausgehenden Anfangseinstellungsprozesses liegt, und weil der Fehler der Luftdruckbeurteilungsvariablen D klein wird. Wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit V erhöht, wird der Korrekturkoeffizient  $\beta$  auf einen größeren Wert eingestellt, weil die Reifenbeurteilung bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit V ausgeführt wird, die sich um einen zunehmend größer werdenden Betrag von der Anfangseinstellungsfahrzeuggeschwindigkeit unterscheidet, falls der Fehler der Luftdruckbeurteilungsvariablen D bei zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit V größer wird. Bei den vorgenannten Werten 1,10 und 1,20 handelt es sich lediglich um Beispiele, auf die die Erfindung nicht beschränkt ist.

Durch den Schritt S626 wird die Reifenluftdruckbeurteilungsroutine durchgeführt, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung ausführt. Wenn die Resultate der Schritte S621 oder S622 "nein" sind, wird der Zeitähler T der Reifenluftdruckbeurteilungsroutine durch den Schritt S629 zurückgesetzt, wobei gleichzeitig die Flaggen Fa und Ft auf "0" gesetzt und die Zähler I und J auf "0" zurückgesetzt werden, woraufhin der Prozeß einen Rücksprung durchführt.

Nachfolgend wird die Reifenluftdruckbeurteilung durch den Schritt S628 anhand des in Fig. 51 gezeigten Flußdiagramms näher erläutert.

Zunächst wird durch den Schritt S630 geprüft, ob die Flagge Ft auf "1" gesetzt ist oder nicht. Beim ersten Mal ist die Flagge auf "0" gesetzt, so daß durch den Schritt S631 der Zeitgeber T gestartet und die Flagge Ft auf "1" gesetzt wird, und der Prozeß wird mit dem Schritt S632 fortgesetzt. Wenn die Flagge andererseits auf "1" gesetzt gewesen ist, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S630, mit dem Schritt S632 fortgeführt. Durch den Schritt S632 wird die Luftdruckbeurteilungsvariable E durch die folgende Gleichung ermittelt.

$$E = 2 \times [Cx(Vw2 + Vw3) - (Vw1 + Vw4)] / [Vw1 + Vw2 + Vw3 + Vw4]$$

In dieser Gleichung ist der Koeffizient Cx im voraus so eingestellt worden, daß er die Reifenanfangszustände kompensiert. Für den Fall, daß der Reifenluftdruck normal ist, nimmt die Reifenluftdruckvariable E einen Wert nahe "0" ein, wohingegen dann, wenn das rechte Vorderrad 2' oder das linke Hinterrad 3' einen Luftdruckverlust erlitten haben, die Reifenluftdruckvariable E in der positiven Richtung anwächst, weil die Radgeschwindigkeit Vw2 oder die Radgeschwindigkeit Vw3 groß wird. Wenn hingegen der linke Vorderreifen 1' oder der rechte Hinterreifen 4' einen Luftdruckverlust erleiden, wächst die Reifenluftdruckvariable E in der negativen Richtung an, weil die Reifengeschwindigkeit Vw1 oder die Reifengeschwindigkeit Vw4 einen großen Wert eingenommen



haben.

Als nächstes wird durch den Schritt S633 ermittelt, ob die Beurteilungsvariable  $E$  größer ist als die Schwellenwertvariable  $\alpha\beta\Delta 0$  (wobei der vorbestimmte Grundwert  $\Delta 0$  beispielsweise einen Wert im Bereich zwischen 0,020 und 0,050 einnimmt), und wenn das Resultat "ja" ist, wird durch den Schritt S634 geprüft, ob die Flagge Fa auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Flagge Fa nicht auf "1" gesetzt ist, wird der Zähler I, der zählt, wie oft die Beurteilungsvariable  $E$  größer als der Schwellenwert  $\alpha\beta\Delta 0$  ist, auf 1 eingestellt, und die Flagge Fa wird durch den Schritt S635 auf "1" gesetzt und der Prozeß wird mit dem Schritt S641 fortgesetzt. Wenn die Flagge Fa andererseits auf "1" gesetzt ist, wird der Prozeß ausgehend vom Schritt S634 mit dem Schritt S636 fortgesetzt, und der Zähler I wird um eins erhöht, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S641 fortgesetzt wird.

Wenn das Resultat des Schritts S633 andererseits "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S637 fortgesetzt, durch den bestimmt wird, ob die Beurteilungsvariable  $E$  kleiner ist als der Schwellenwert  $-\alpha\beta\Delta 0$ . Wenn die Antwort "ja" lautet, wird durch den Schritt S638 geprüft, ob die Flagge Fa auf "2" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Flagge Fa nicht auf "2" gesetzt ist, wird der Zähler J, der zählt, wie oft die Entscheidungsvariable  $E$  kleiner als der Schwellenwert  $-\alpha\beta\Delta 0$  ist, auf "1" eingestellt, und die Flagge Fa wird durch den Schritt S639 auf "2" gesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S641 fortgesetzt. Wenn die Flagge Fa andererseits auf "2" gesetzt ist, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S638 mit dem Schritt S640 fortgesetzt, der Zähler J wird erhöht, und der Prozeß wird mit dem Schritt S641 fortgesetzt.

Durch den Schritt S641 wird bestimmt, ob der Zählwert für den Zeitgeber T einen vorbestimmten Wert  $T_0$  (beispielsweise 2 Sekunden) überschritten hat. Am Anfang führt der Prozeß einen Rücksprung aus, weil das Resultat "nein" lautet und die Schritte S620—S627 und die Schritte S630—S641 werden in Fig. 50 erneut ausgeführt, und der Zählwert T für den Zähler T und der Zählwert I für den Zähler I oder der Zählwert J für den Zähler J wächst an.

Wenn der vorbestimmte Wert  $T_0$  überschritten worden ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S642 fortgesetzt, weil das Resultat im Schritt S641 "ja" ist, und es wird bestimmt, ob der Zählwert I für den Zähler I größer ist als der vorbestimmte Wert  $K_0$  oder ob der Zählwert J für den Zähler J größer ist als der vorbestimmte Wert  $K_0$ , und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Reifenluftdruck durch den Schritt S643 als normal beurteilt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S646 fortgesetzt. Wenn das Resultat des Schritts S642 andererseits "ja" ist, wird durch den Schritt S644 der Reifenluftdruck als anormal (eine Abnahme liegt vor) beurteilt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S645 fortgesetzt, wo zur Information des Fahrers über die Abnahme des Luftdrucks die Warnlampe für eine vorbestimmte Zeitperiode (beispielsweise 2 Sekunden) eingeschaltet wird, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S646 fortgesetzt wird. Zur Vorbereitung der nächsten Reifenluftdruckbeurteilung wird durch den Schritt S646 der Zeitgeber T, die Flagge Fa, die Flagge Ft, der Zähler I, der Zähler J jeweils auf "0" gesetzt und der aktuelle Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß ist beendet.

Der Prozeß kann so ausgelegt sein, daß die Reifenluftdruckbeurteilung unterbunden wird, wenn das Fahrzeug auf eine Straße mit niedrigem  $\mu$ , einer schlechten Straße oder einem Hügel fährt.

Nachfolgend wird der Ablauf der vorstehend erläuterten Reifenluftdruckbeurteilungssteuerung näher erläutert.

Bei diesem Anfangseinstellungsprozeß wird deshalb, weil der Schwellenwert durch den Korrekturkoeffizienten  $\alpha$  korrigiert wird, der Korrekturkoeffizient  $\alpha$  so eingestellt, daß er zunehmend größer wird, wenn das Fahrzeug mit einer niedrigen Geschwindigkeit  $V$  im Vergleich zu der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  fährt, bei der der Anfangseinstellungsprozeß durchgeführt wird. Der Anteil der Fehlbeurteilungen bei der Reifenluftdruckbeurteilung wird herabgesetzt und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung wird verbessert.

Dieser Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß wird durchgeführt, wenn das Fahrzeug gleichmäßig geradeaus fährt und eine Geschwindigkeit hat, die im Geschwindigkeitsbereich von 10 km/h bis zur maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit liegt. Da dieser zweite Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich derart eingestellt ist, daß er den ersten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich umschließt, ist er breiter als der erste Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, und dieser zweite Geschwindigkeitsbereich ist für die Praxis besser geeignet, weil die Reifenluftdruckbeurteilung für nahezu sämtliche Fahrzeuggeschwindigkeiten durchgeführt werden kann.

Unter der Berücksichtigung, daß der Fahrzeugschlupf die Wirkung hat, die Genauigkeit der ermittelten Radgeschwindigkeitssignals herabzusetzen, wird dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als 60 km/h wird, der Korrekturkoeffizient so eingestellt, daß er stärker anwächst als die Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der die Reifenluftdruckbeurteilung durchgeführt wird, außerhalb des ersten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs anwächst.

Dieser Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß verwendet den Zeitgeber T, die Zähler I und J, die Häufigkeit, mit der der Wert  $E \geq \alpha\beta\Delta 0$  durch den Zähler I innerhalb des vorbestimmten Zeitintervalls  $T_0$  gezählt wird, und die Häufigkeit, mit der der Wert  $E \leq -\alpha\beta\Delta 0$  durch den Zähler J innerhalb des vorbestimmten Zeitintervalls  $T_0$  gezählt wird, und wenn diese Zählwerte I und J größer werden als ein vorbestimmter Wert  $K_0$ , kann die Reifenluftdruckbeurteilung mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden, weil der Reifenluftdruck als anormal bezeichnet wird, und weil er auf einer großen Anzahl von Probennamedaten beruht.

Als nächstes wird eine Abwandlung der Ausführungsform näher erläutert.

Diese beispielhafte, in Fig. 54 gezeigte Abwandlung ist eine teilweise Abwandlung des in Fig. 50 gezeigten Flußdiagramms. Hier werden der Korrekturkoeffizient  $\alpha$  und  $\beta$  addiert und der Korrekturkoeffizient  $\gamma$  wird verwendet, und der Beurteilungsschwellenwert wird als  $\alpha\beta\Delta 0$  festgelegt. Der Lernkoeffizient  $\gamma$  wird nach Beendigung des Anfangseinstellungsprozesses auf 1 gesetzt.

Als erstes wird nach dem Schritt S643 in Fig. 54 durch den Schritt S670 die aktuelle Beurteilungsflagge  $H(i)$  auf "0" gesetzt, woraufhin durch den Schritt S671 geprüft wird, ob die vorausgehende Beurteilungsflagge  $A(i-1)$  auf "1" gesetzt ist oder nicht und wenn die vorausgehende Flagge  $H(i-1)$  ebenfalls auf "0" gesetzt ist, was anzeigt,

daß der Reifenluftdruck vorausgehenden Schritt als normal beurteilt worden ist, wird im Schritt S672 der Lernkoeffizient  $\gamma$  ohne Änderung beibehalten, woraufhin die Warnlampe durch den Schritt S679 ausgeschaltet und der Prozeß mit dem Schritt S676 fortgesetzt wird.

5 Wenn das Resultat des Schritts S641 "ja" ist, wird durch den Schritt S673 geprüft, ob der vorausgehenden Wert  $\beta(i-1)$  derselbe ist wie der aktuelle Wert  $\beta(i)$  (kurz gesagt wird geprüft, ob der Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, in welchem die Reifenluftdruckbeurteilung im vorausgehenden Fall durchgeführt worden ist, demjenigen im aktuellen Fall entspricht), und wenn das Resultat "ja" ist, wird der Reifenluftdruck im aktuellen Fall als normal beurteilt, bei die Fahrzeuggeschwindigkeitsbereiche die selben sind, weil der Reifenluftdruck im vorausgehenden Fall als anormal beurteilt worden war. Von einem folgeschadensicheren Betrachtungspunkt aus ist es  
10 möglich, daß der Schwellenwert geringfügig zu groß ist, und in diesem Fall wird der Lernkoeffizient  $\gamma$  im Schritt S674 um einen vorbestimmten Wert 0,05 verringert, und nachdem der Schritt S679 abgelaufen ist, kehrt der Prozeß zum Schritt S646 zurück.

Wenn das Resultat des Schritts S673 andererseits "nein" ist, wird für den Fall, daß die Fahrzeuggeschwindigkeitsbereiche für den vorausgehenden und den aktuellen Fall voneinander verschieden sind, wird durch den  
15 Schritt S675 geprüft, ob die Flagge  $H(i-2)$  für den vorausgehenden Fall Nr. 2, auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn das Resultat "ja" ist, weil der aktuelle Fall mit anderen Worten als Reifenluftdrucknormalfall beurteilt worden ist, und der Reifenluftdruck der  $(i-2)$ -Zeit und des  $(i-1)$ -Falles als anormal beurteilt werden, wird, wie vorstehend ausgeführt, unter Berücksichtigung, daß es möglich ist, daß der Schwellenwert zu groß ist, in diesem Fall durch den Schritt S674 der Lernkoeffizient  $\gamma$  um den vorbestimmten Betrag 0,05 vermindert, und nachdem  
20 der Schritt S679 abgelaufen ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S676 fortgesetzt.

Wenn das Resultat des Schritts S675 andererseits "nein" ist, weil der Reifenluftdruck für den  $(i-2)$ -Fall normal und unterschiedlich vom  $(i-1)$ -Fall ist, wird der aktuelle Fall als normal beurteilt, weil davon ausgegangen werden kann, daß es sich bei dem Lernkoeffizienten  $\gamma$  um einen geeigneten Wert handelt, wobei der Wert für den Lernkoeffizienten  $\gamma$  durch den Schritt S678 beibehalten wird, und nachdem der Schritt S679 abgelaufen ist, wird  
25 der Prozeß mit dem Schritt S676 fortgesetzt.

Fig. 55 zeigt eine Abwandlung des Flußdiagramms von Fig. 50.

Durch den Schritt S642 von Fig. 55 wird bestimmt, ob der Reifenluftdruck anormal ist, und durch den Schritt S680 wird die aktuelle Beurteilungsflagge  $H(i)$  auf "1" gesetzt, woraufhin beurteilt wird, ob die vorausgehende Beurteilungsflagge  $H(i-1)$  auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird durch den Schritt  
30 S682 geprüft, ob der vorausgehende Wert  $\beta(i-1)$  und der aktuelle Wert  $\beta(i)$  gleich sind oder nicht (mit anderen Worten, ob der Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich der vorausgehenden Reifenluftdruckbeurteilung unterschiedlich von dem Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich der aktuellen Reifenluftdruckbeurteilung ist), und wenn die Antwort "ja" lautet, wird deshalb, weil in aufeinanderfolgenden unterschiedlichen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichen eine anormale Beurteilung aufgetreten ist, durch den Schritt S683 der Reifenluftdruck als anormal  
35 beurteilt, und die Warnlampe bleibt angeschaltet, woraufhin durch den Schritt S685 der Lernkoeffizient  $\gamma$  ungeändert beibehalten wird, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S646 fortgesetzt wird.

Wenn das Ergebnis des Schritts S682 "nein" ist, weil die Fahrzeuggeschwindigkeitsbereiche für den vorausgehenden Fall und den aktuellen Fall dieselben sind, wird der Reifenluftdruck durch den Schritt S684 als vorläufig anormal beurteilt, und die Warnlampe wird im brennenden Zustand gehalten, weil es schwierig ist, eine Reifenluftdruckanomalie zu beurteilen, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S685 fortgesetzt wird. Wenn andererseits das Resultat des Schritts S681 "nein" ist, wenn mit anderen Worten der Reifenluftdruck für den vorausgehenden Fall normal und für den aktuellen Fall anormal ist, wird durch den Schritt S686 geprüft, ob  $\beta(i-1)$  gleich  
40  $\beta(i)$  oder nicht, und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der aktuelle Fall als anormal beurteilt, obwohl die Geschwindigkeitsbereiche des vorausgehenden und des aktuellen Falls die gleichen sind, und obwohl der Reifenluftdruck des vorausgehenden Falls normal ist, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S684 fortgesetzt und der Reifenluftdruck als vorläufig anormal beurteilt wird, wobei die Warnlampe am Brennen gehalten wird.

Wenn das Resultat des Schritts S686 "nein" ist, weil die Geschwindigkeitsbereich des vorausgehenden und des aktuellen Falls verschieden sind, besteht die Möglichkeit, daß der Reifenluftdruck bei oder während der aktuellen Beurteilung anormal wird. Deshalb wird durch den Schritt S687 geprüft, ob die Flagge  $H(i-2)$  auf "1" gesetzt  
50 ist, und wenn das Resultat "nein" ist, wird für den Fall, daß der Reifenluftdruck in der  $(i-2)$ -Beurteilung normal gewesen ist, weil die Wahrscheinlichkeit, daß der Reifenluftdruck gefallen ist, hoch ist, der Prozeß mit dem Schritt S684 fortgesetzt, wo der Reifenluftdruck als vorläufig anormal beurteilt wird, und die Warnlampe wird am Brennen gehalten.

Wenn das Resultat des Schrittes S687 andererseits "ja" ist, weil der Reifenluftdruck des  $(i-2)$ -Falles anormal, des  $(i-1)$ -Falles normal und des aktuellen Falls anormal ist, wird davon ausgegangen, daß es möglich ist, daß der Schwellenwert geringfügig zu niedrig ist, und im Schritt S688 wird der Lernkoeffizient  $\gamma$  um einen vorbestimmten Wert 0,05 erhöht, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S646 fortgesetzt wird.

Auf diese Weise wird der Lernkoeffizient eingeführt und durch die nachfolgend näher geschriebene Logik kann der Anteil der Fehlbeurteilungen des Reifenluftdrucks mittels des Korrekturlernkoeffizienten klein gehalten werden.  
60

Weil, wie in den Fig. 52 und 53 gezeigt, der Schwellenwert durch den Korrekturkoeffizienten  $\alpha$  korrigiert wird, derart eingestellt wird, daß der Korrekturkoeffizient größer wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  kleiner wird als die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$ , bei der der Eingangseinstellungsprozeß ausgeführt worden ist, wird der Anteil an Fehlbeurteilungen durch die Reifenluftdruckbeurteilungen klein, und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Reifenluftdruckbeurteilung wird verbessert.  
65

Nach dem Anfangseinstellprozeß wird der Luftdruckbeurteilungsprozeß ausgeführt unter Verwendung des Koeffizienten  $C_x$ , nachdem das Fahrzeug eine vorbestimmte Strecke gefahren ist, oder nachdem eine vorbestimmte Zeitperiode abgelaufen ist.



Dieser Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß wird ausgeführt, wenn das Fahrzeug gleichmäßig geradeaus mit einer Geschwindigkeit zwischen  $60 \text{ km/h}$  und der höchsten Fahrzeuggeschwindigkeit des zweiten Geschwindigkeitsbereichs fährt. Da dieser zweite Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich derart eingestellt ist, daß er den ersten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich umschließt, ist er breiter als der erste Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich und praxisgerechter, weil die Reifenluftdruckbeurteilung für nahezu sämtliche Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich durchgeführt werden kann. 5

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit höher wird als  $60 \text{ km/h}$ , und wenn berücksichtigt wird, daß der Antriebsradschlupf den Effekt hat, daß die Genauigkeit des ermittelten Radgeschwindigkeitssignals herabgesetzt wird, wird deshalb, weil der Korrekturkoeffizient  $\beta$  den Schwellenwert korrigiert, der Korrekturkoeffizient  $\beta$  so eingestellt, daß er stärker anwächst, wenn die Höhe der Fahrzeuggeschwindigkeit, bei welcher die Reifenluftdruckbeurteilung durchgeführt wird, über den ersten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich hinaus anwächst. 10

Dieser Luftdruckbeurteilungsprozeß verwendet den Zeitgeber T, die Zähler I und J, die Häufigkeit, mit der der Wert  $D \geq \alpha \beta \Delta 0$  durch den Zähler J innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls  $T_0$  gezählt wird, und wenn diese Zählwert I und J größer werden als ein vorbestimmter Wert  $K_0$ , kann die Reifenluftdruckbeurteilung deshalb, weil der Reifenluftdruck als anormal beurteilt worden ist, mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden, weil sie auf einer großen Anzahl von Probenahmedaten beruht. 15

Nachfolgend soll der Anfangseinstellungsprozeß des Kompensationskoeffizienten  $C_x$  der vorstehend genannten ersten Abwandlung der bevorzugten Ausführungsform in Bezug auf die Flußdiagramme der Fig. 56 und 57 und in Bezug auf die Fig. 58 und 59 näher beschrieben werden.

Der Anfangseinstellungsprozeß für den Koeffizienten  $C_x$  wird gestartet, indem der Anfangseinstellungsschalter 55 angeschaltet wird, woraufhin der Zeitgeber T, der die Zeit berechnet, die abgelaufen, seitdem der Schalter 55 angeschaltet worden ist, gestartet wird, und der Streckenzähler  $D_c$ , der die zurückgelegte Strecke auf der Grundlage des Signals von der Meßeinrichtung für die zurückgelegte Strecke zählt, wird auf "0" (in Schritt S701) zurückgesetzt, beginnend mit der Zeit, zu der der Schalter 55 angeschaltet worden ist. Wenn die digitalisierten Signale der vorstehend genannten Fühler 51–54 und von dem Schalter 55 jeweils gelesen worden sind, und wenn die Geschwindigkeit  $V_{w1} - V_{w4}$  der vier Räder durch den Schritt S702 berechnet worden ist, wird die Warnlampe 56 angeschaltet, um anzuzeigen, daß der Anfangseinstellungsprozeß sich in der Mitte seines Prozeßablaufs befindet, und die Flagge F wird durch den Schritt S703 auf "0" gesetzt, um die Reifenluftdruckbeurteilung zu unterbinden. 20 25

Durch den Schritt S704 wird sowohl das Zählen des Zeitgebers T wie das Zählen des Zählers für die zurückgelegte Strecke durchgeführt, und in den Schritten S705–S716 wird überprüft, ob die Anfangseinstellungsbedingungen für den Koeffizienten  $C_x$  erfüllt sind. 30

Grundsätzlich sollte für die Anfangseinstellungsbedingungen das Fahrzeug keine Beschleunigung oder Verzögerung durchführen, und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs muß für die anfängliche Einstellung von  $C_x$  innerhalb des zulässigen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs liegen, der eingestellt ist aus der Fahrzeuggeschwindigkeit aufgrund der Straßenoberflächenreibung, wie anhand Fig. 41 für die vorstehend angeführte erste Abwandlung der bevorzugten Ausführungsform ausgeführt. Wenn jedoch eines der Räder einen Reservereifen montiert hat, oder wenn die Straßenoberfläche geneigt ist, ist es vorgesehen, die Anfangseinstellungen präzise auszuführen, weil der Anfangseinstellungsprozeß selbst für diese speziellen Fälle nicht glatt durchgeführt werden konnte. 35 40

Zunächst wird durch den Schritt S705 geprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V innerhalb des in Fig. 41 gezeigten spezifizierten Geschwindigkeitsbereichs liegt, bei dem die Fahrzeuggeschwindigkeit als Mittelwert der Radgeschwindigkeit der rechten Vorderräder 1 und 2 zugrundegelegt ist.

Wenn das Resultat der Beurteilung im Schritt S705 "ja" ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S706 fortgesetzt; wenn das Resultat andernfalls "nein" ist, kehrt der Prozeß zum Schritt S702 zurück. Durch den Schritt S706 wird geprüft, ob die durch den Zeitgeber T gemessene Zeit größer ist als die vorbestimmte Zeit  $T_0$  oder nicht, weil beim ersten Mal diese Antwort "nein" lautet, wird durch den Schritt S707 überprüft, ob die Streckenzählrate  $D_c$  des Streckenzählers D größer als der vorbestimmte Wert  $D_0$  ist, und falls die Antwort hier ebenfalls "nein" lautet, wird der Prozeß beim ersten Mal mit dem Schritt S708 fortgesetzt, durch den geprüft wird, ob der Anfangseinstellungsschalter angeschaltet ist oder nicht. 45 50

Da der Anfangseinstellungsschalter beim ersten Mal nicht eingeschaltet ist, lautet die erste Antwort "nein", und der Prozeß wird mit dem Schritt S709 fortgesetzt.

Daraufhin wird in dem Schritt S709 geprüft, ob die Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit grob "0" ist (ob, mit anderen Worten, das Fahrzeug in einem stabilen Zustand fährt), und wenn die Antwort "ja" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S710 fortgesetzt, durch den geprüft wird, ob der durch den Lenkmittelsensor erfaßten Lenkwinkel  $\Theta$  nachher an "0" liegt oder nicht (mit anderen Worten, ob das Fahrzeug entlang einer geraden Linie fährt), und für den Fall, daß das Fahrzeug entlang einer geraden Linie fährt, wird der Prozeß mit dem Schritt S711 fortgesetzt. 55

Durch den Schritt S711 wird bestimmt, ob ein Ersatzreifen montiert ist, und die Reifendurchmesser-Differenzbeurteilungsvariable R wird, wie in der Figur gezeigt, als das Verhältnis des Absolutwerts der Differenz zwischen der Summe der linken Radgeschwindigkeiten  $V_{w1}$  und  $V_{w2}$  und der Summe der rechten Radgeschwindigkeiten  $V_{w2}$  und  $V_{w3}$  berechnet, dividiert durch die Fahrzeuggeschwindigkeit V und dieser Raddurchmesser-Differenzbeurteilungskoeffizient R wird daraufhin überprüft, ob er kleiner ist als ein vorbestimmter Schwellenwert  $\beta$ . 60

Für den Fall, daß das Fahrzeug vier normale Reifen montiert hat und entlang einer geraden Strecke fährt, lautet die Antwort beim Schritt S711 "ja", weil der Reifendurchmesser-Differenzbeurteilungskoeffizient R kleiner wird als der Schwellenwert  $\beta$ , wie in Fig. 58 gezeigt. Falls jedoch ein Ersatzreifen auf dem Rad 1 montiert wird, während auf den anderen drei Rädern die normalen Reifen montiert sind, ist die Summe der Radgeschwin- 65

digkeiten  $Vw1$  und  $Vw3$  auf der linken Fahrzeugseite nicht annähernd gleich der Summe der Radgeschwindigkeiten  $Vw2 + Vw4$  auf rechten Fahrzeugseite, wie in Fig. 29 gezeigt, weil der Raddurchmesserdifferenzbeurteilungskoeffizient  $R$  größer wird als der Schwellenwert  $\beta$ , wodurch die Antwort im Schritt S711 "nein" lautet und der Prozeß mit dem Schritt S714 fortgesetzt wird.

5 Wenn die Antwort auf den Schritt S710 "nein" lautet, wird durch den Schritt S710 geprüft, ob der Lenkwinkel  $\Theta$  kleiner als ein vorbestimmter Wert  $\alpha$  ist, und wenn die Antwort "nein" lautet, wird ermittelt, ob das Fahrzeug eine Wende ausführt, und der Prozeßkehr daraufhin zum Schritt S702 zurück. Wenn das Resultat im Schritt S712 "ja" ist, wird zur Bestimmung, ob das Fahrzeug auf einer geneigten Straßenoberfläche fährt, durch den Schritt S713 beurteilt, ob der Lenkwinkel  $\Theta_h$  für eine darauffolgende Zeitperiode  $t_\alpha$  gleich ist oder bleibt. Diese  
10 Beurteilung wird jedoch aktuell durch einen Berechnungsprozeß durchgeführt, der mehrere Iterationen umfaßt, bei dem ein Zeitgeber gestartet und eine Flagge gesetzt wird, die signalisiert, daß der Zeitgeber gestartet worden ist, woraufhin der Prozeß durchgeführt wird, wenn der Zeitgeber läuft oder zählt. Falls das Fahrzeug nicht auf einer Straße mit Neigung fährt, wird die Antwort auf den Schritt S713 "nein" lauten, und der Prozeß wird in dem Schritt S702 fortgesetzt, wohingegen dann, wenn das Fahrzeug auf einer geneigten Straße fährt, die  
15 Antwort auf den Schritt S713 "ja" lautet. Selbst für den Fall, daß die Antwort auf den Schritt S713 "ja" lautet, wird der Prozeß, ausgehend vom Schritt S713 mit dem Schritt S711 fortgeführt, damit der Anfangseinstellungsprozeß durchgeführt werden kann.

Wenn das Resultat im Schritt S711 zur Beurteilung, ob ein Ersatzreifen montiert ist oder nicht, "nein" lautet, wird durch den Schritt S714 geprüft, ob der Raddurchmesserdifferenzkoeffizient  $R$  für eine längere Zeit als die  
20 feststehende Zeitperiode konstant ist. Diese Überprüfung wird jedoch mittels eines Berechnungsprozesse durchgeführt, der mehrere Iterationen umfaßt, bei dem ein Zeitgeber gestartet und eine Flagge gesetzt wird, die signalisiert, daß ein Zeitgeber gestartet worden ist, woraufhin der Prozeß durchgeführt wird, wenn der Zeitgeber läuft oder zählt. Falls der Ersatzreifen montiert ist, bleibt der Reifendurchmesserdifferenzkoeffizient selbst für diesen Fall, in dem das Fahrzeug auf einer geraden Strecke fährt, für eine längere Zeit als das vorbestimmte  
25 Zeitintervall gleich, so daß die Anfangseinstellung möglich wird, wenn das Resultat des Schrittes S714 "ja" ist, und der Prozeß wird ausgehend vom Schritt S714 mit dem Schritt S717 von Fig. 57 fortgesetzt.

Nachdem der Anfangseinstellungsprozeß gestartet worden ist, nachdem eine vorbestimmte Zeitperiode abgelaufen ist, oder selbst dann, wenn das Fahrzeug eine vorbestimmte Strecke gefahren ist, für den Fall, daß der Anfangseinstellungsprozeß unvollständig ist, oder weil der Anfangseinstellungsprozeßablauf nicht beendet worden  
30 ist, ist der Anfangseinstellungsschalter erneut angeschaltet worden, das vorbestimmte Zeitintervall  $t_\alpha$  ist verkürzt worden oder der Schwellenwert  $\beta$  ist durch Korrektur auf einen größeren Wert gebracht worden, und der Anfangseinstellungsprozeß ist beendet worden.

Wenn mit anderen Worten im Schritt S706 die durch den Zeitgeber  $T$  gemessene Zeit  $T$  größer ist als die vorbestimmte Zeit  $T_0$ , wird der Prozeß mit dem Schritt S716 fortgesetzt, und die vorbestimmte Zeit  $t_\alpha$  wird auf  
35  $0,95 t_\alpha$  geändert, und der Schwellenwert  $\beta$  wird als  $1,05 \beta$  neu geschrieben, und der Prozeß kehrt zum Schritt S702 zurück. Wenn andererseits im Schritt S707 die durch den Streckenzähler  $D$  gezählte oder gemessene Strecke  $DC$  größer ist als der vorbestimmte  $D_0$ , wird der Prozeß mit dem Schritt S716 fortgesetzt, wo die vorbestimmte Zeitperiode  $t_\alpha$  auf  $0,95 t_\alpha$  geändert und der Schwellenwert als  $1,05 \beta$  neu geschrieben wird, woraufhin der Prozeß zum Schritt S702 zurückkehrt.

40 Wenn durch den Schritt S708 der Anfangseinstellungsschalter 55 erneut eingeschaltet worden ist, wird der Zeitgeber  $T$  durch den Schritt S715 gestartet, nachdem er zurückgesetzt worden ist, der Streckenzähler  $D$  wird auf "0" zurückgesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S716 fortgesetzt, durch den das vorbestimmte Zeitintervall  $t_\alpha$  auf  $0,95 t_\alpha$  geändert und der Schwellenwert  $\beta$  als  $1,05 \beta$  neu geschrieben wird, woraufhin der Prozeß zum Schritt S702 zurückkehrt.

45 Wenn das Resultat des Schrittes S711 "ja" ist, oder wenn das Resultat des Schrittes S714 "ja" ist, wird der Prozeß mit dem S717 in Fig. 57 fortgesetzt, und die Schritte nach dem Schritt S717 werden durchgeführt.

Durch den Schritt S717 wird der Koeffizient  $C_x$  zur Kompensation der Zustände der vier Reifen unter zusätzlicher Berücksichtigung des Reifenherstellungsfehlers sowie des Falles, daß soeben ein Reifen gewechselt  
50 worden ist, unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten errechnet aus dem Verhältnis der Summe  $(Vw1 + Vw4)$  der Radgeschwindigkeiten der Reifen auf einer Diagonalen vom linken Vorderrad 1 zum rechten Hinterrad 4 zur Summe  $(Vw2 + Vw3)$  der Radgeschwindigkeiten der Räder auf der anderen Diagonalen vom rechten Vorderrad 2 zum linken Hinterrad 3, entsprechend der folgenden Gleichung:

$$\text{Kompensationskoeffizient } C_x = (Vw1 + Vw4) / (Vw2 + Vw3)$$

55 Daraufhin wird durch den Schritt S718 geprüft, ob der Kompensationskoeffizient einen geeigneten Wert hat oder nicht, weil der Reifenherstellungsfehler einen maximalen Fehler des Reifenaußenradius von 0,3% umfaßt, und für den Fall, daß der Reifenkompensationskoeffizient in einem Rundungsbereich von 1 (beispielsweise 0,95—1,05) liegt, wird festgelegt, daß der Kompensationskoeffizient einen geeigneten Wert einnimmt.

60 Wenn der Kompensationskoeffizient einen geeigneten Wert einnimmt, wird durch den Schritt S719 der Prozeß zum Neuschreiben des Koeffizienten  $C_x$  ausgeführt, dem vorausgehenden Koeffizienten  $C_{x(i-1)}$  wird der Wert für den aktuellen Koeffizienten  $C_{x(i)}$  zugeordnet, woraufhin die Warnlampe 56 durch den Schritt S720 ausgeschaltet und die Flagge  $F$  auf "1" gesetzt wird, so daß die Reifenluftdruckbeurteilung nunmehr möglich wird, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S721 fortgesetzt wird.

65 Wenn das Resultat des Schrittes S718 andererseits "nein" ist, wird durch den Schritt S722 beurteilt, ob der Koeffizient  $C_x$  stabil ist oder nicht, und wenn er instabil ist, wird der Prozeß mit dem Schritt S721 fortgesetzt, und wenn der Koeffizient  $C_x$  nicht instabil ist, wird durch den Schritt S723 die Warnlampe für eine vorbestimmte Zeitperiode (beispielsweise 2 Sekunden) zum Leuchten gebracht, woraufhin der Prozeß mit dem Schritt S721



fortgesetzt wird.

Durch den Schritt S721 wird geprüft, ob die Flagge F auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn das Einstellen des Koeffizienten Cx vervollständigt ist, wird die Flagge F auf "1" gesetzt, und der Anfangseinstellungsprozeß ist beendet, wenn hingegen die Koeffizienteneinstellung nicht beendet ist, wird die Flagge F auf "0" gesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S702 von Fig. 56 fortgesetzt.

Sobald der Schalter 55 einmal angeschaltet worden ist, werden mehrere Koeffizienten Cx für mehrere Wiederholungen des Anfangseinstellungsprozesses ermittelt, und der endgültige Wert Cx wird als Mittelwert der Mehrzahl von Cx-Werte festgelegt.

Auf diese Weise wird der Anfangszustand der vier Reifen nach einem Reifenwechsel durch den Koeffizienten Cx korrigiert, woraufhin er im RAM-Speicher durch den Schritt S702 abgelegt wird.

In dem vorstehend genannten Anfangseinstellungsprozeß sind die Schritte S706, S707 und S708 dann, wenn die Antwort auf die Beurteilung "ja" lautet, dieselben wie der Schritt S711, und der Prozeß kann auch so ausgelegt werden, daß er beurteilt, ob  $(R - \delta)$  kleiner ist als der vorbestimmte Schwellenwert  $\gamma$ , wobei  $\delta$  als etwa 0,05  $\beta$  festgelegt ist, und wobei  $\gamma$  und  $\beta$  annähernd die gleichen Schwellenwerte darstellen (siehe Fig. 59).

Nachfolgend wird in Bezug auf das Flußdiagramm von Fig. 60 ein periodischer Reifenluftdruckermittlungsprozeß durchgeführt, der geeignet ist zur Anwendung auf die erste Abwandlung der bevorzugten Ausführungsform.

Bei der ersten Abwandlung der bevorzugten Ausführungsform wird die Reifenluftdruckbeurteilung konstant durchgeführt; in der gesonderten vierten bevorzugten Ausführungsform kann es vorgesehen werden, daß die Reifenluftdruckbeurteilung in Abhängigkeit eines Befehls von dem periodischen Reifenluftdruckermittlungsprozeß durchgeführt wird.

Dieser Prozeß wird zusammen mit dem Anschalten des Motorzündschalters gestartet, und durch den Schritt S820 wird zunächst geprüft, ob die vorstehend genannte Flagge 1 auf "1" gesetzt ist oder nicht, und wenn die Flagge nicht auf "1" gesetzt ist, werden durch den Schritt S821 sämtliche notwendige Daten für diesen Prozeß gelesen, woraufhin durch den Schritt S822 geprüft wird, ob die Flagge Fo auf "1" gesetzt ist oder nicht.

Weil die Flagge Fo im Schritt S835 gesetzt worden ist, und weil die Flagge beim ersten Mal auf "0" gesetzt wird, wird durch den Schritt S823 geprüft, ob die vorstehend genannte Flagge von "0" auf "1" umgesetzt worden ist, und unmittelbar nach Beendigung der Anfangseinstellungen wird deshalb, weil das Reifen "ja" sein wird, der Prozeß, ausgehend vom Schritt S823 zum Schritt S824 fortgesetzt, und der Zeitgeber T wird gestartet, und der Streckenzähler Dc, der seine Zählung auf der Grundlage des Signals von der Einrichtung zum Abmessen der gefahrenen Strecke durchgeführt, wird zurückgesetzt. Daraufhin wird durch den Schritt S825 der Zähler Fk, der zählt, wie oft in dem Kraftstofftank Kraftstoff nachgefüllt worden ist, zurückgesetzt, und der Prozeß wird mit dem Schritt S826 fortgesetzt. Andererseits wird selbst dann, wenn das Resultat des Schritts S823 "nein" ist, der Prozeß mit dem Schritt S826 fortgesetzt, und durch den Schritt S826 wird der Zeitgeber T dazu veranlaßt, mit der Zählung oder Zeitmessung zu beginnen, und die Strecke Dc wird ebenfalls ausgezählt.

Durch den Schritt S827 wird auf der Grundlage des Kraftstoffzufuhrermittlungsschalters geprüft, ob der Kraftstoff zugeführt worden ist oder nicht, und wenn die Antwort "nein" lautet, wird der Prozeß mit dem Schritt S829 fortgesetzt, wobei dann, wenn die Antwort andererseits "ja" lautet, durch den Schritt S828 der Zähler Fk erhöht und der Prozeß mit dem Schritt S829 fortgesetzt wird, wobei der Kraftstoffzufuhrermittlungsschalter ausgeschaltet wird, wenn der Kraftstoffverschlußdeckel oder der äußere Kraftstoffdeckel geöffnet wird.

Daraufhin wird durch den Schritt S829 geprüft, ob die Zeitzählrate T für den Zeitgeber TK größer ist als eine vorbestimmte Zeitperiode C1 (beispielsweise 30 Tage). Andernfalls wird durch den Schritt S830 geprüft, ob der Zählwert Dc für den Zähler D größer ist als ein vorbestimmter Wert C2 (beispielsweise 50 km), oder im Schritt S831 wird geprüft, ob die Anzahl der Kraftstoffnachfüllungen FK größer ist als ein vorbestimmter Wert C3 (beispielsweise 2).

Beim ersten Mal wird der Prozeß mit dem Schritt S832 fortgesetzt, weil die Schritte S829—S831 mit "nein" beantwortet werden, die Flagge Fo wird auf "0" zurückgesetzt, und der Prozeß kehrt zum Schritt S821 zurück. Nach dem ersten Mal hingegen führt der Prozeß die Schritte S821—S823 durch und wird dann mit dem Schritt S826 fortgesetzt, wobei die Schritte S826—S831 wiederholt durchgeführt werden, und während dieses Prozesses ist das Ergebnis jedes Schritts S829, S830 oder S831 "ja", und der Prozeß wird mit dem Schritt S833 fortgesetzt. Um darüber zu informieren, daß es Zeit ist, den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß durchzuführen, oder, um den Fahrer dazu zu motivieren, die Resultate der Reifenluftdruckbeurteilung zu überprüfen, wird durch den Schritt S833 die Warnlampe 56 für eine vorbestimmte Zeitperiode (beispielsweise 5 Sekunden) zum Leuchten gebracht, woraufhin durch den Schritt S834 die Reifenluftdruckbeurteilung durch Ausgabe des Startbefehls gestartet wird, woraufhin durch den Schritt S835 die Flagge Fo auf "1" gesetzt und der Prozeß mit dem Schritt S821 fortgesetzt wird.

Wenn bei dem vorstehend angeführten periodischen Reifenluftdruckermittlungsprozeß die Zeitperiode für den Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß als abgelaufen ermittelt wird, wird dies durch die Warnlampe 56 angezeigt, und wenn das Fahrzeug fährt, wird durch den Schritt S824 auf der Grundlage einer Ausgabe des Startbefehls die Reifenluftdruckbeurteilung gestartet. Für den Fall, daß das Fahrzeug nach Beendigung der Fahrt angehalten wird, wird der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß durchgeführt.

Wenn durch den vorstehend genannten Schritt S835 die Flagge Fo auf "1" gesetzt und der Prozeß mit dem Schritt S821 fortgesetzt wird, weil das Resultat des Schritts S822 "ja", weil die Schritte S845 und S825 abgelaufen sind und der Prozeß mit dem Schritt S826 fortgesetzt worden ist, wird von diesem Punkt an die Zeit, die Entfernung und die Anzahl der Kraftstoff-Füllungen gezählt, und der Prozeß wird ähnlich wie bei dem vorstehend beschriebenen Prozeß von dort aus wiederholt. Der periodische Reifenluftdruckermittlungsprozeß kann jedoch nicht ausgeführt werden, wenn in der Mitte des Anfangseinstellungsprozesses die Flagge Fo auf "0" gesetzt ist.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr sind eine Vielzahl von Abwandlungen der Ausführungsformen im Rahmen der Erfindung möglich.

#### Patentansprüche

- 5 1. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warnvorrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
10 einer ersten Unsicherheitskoeffizientenfestsetzungseinrichtung zum Festsetzen eines Unsicherheitskoeffizienten auf der Grundlage der Anfangszustände jedes Reifens vor der Luftdruckbeurteilung, und einer Unterbindungseinrichtung zum Unterbinden der Luftdruckbeurteilung, bis der Unsicherheitskoeffizient festgesetzt ist.
- 15 2. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warnvorrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
einer zweiten Unsicherheitskoeffizientenfestsetzungseinrichtung zum Festsetzen des Unsicherheitskoeffizienten auf der Grundlage der Anfangszustände jedes der Reifen vor der Luftdruckbeurteilung sowie ferner  
20 zum Wiederfestsetzen des zweiten Unsicherheitskoeffizienten für den Fall, daß der ermittelte Unsicherheitskoeffizient unbestimmbar ist und einem vorbestimmten Wert auf der Grundlage der Anfangszustände jedes der Reifen nicht entspricht, und  
einer Unterbindungsvorrichtung zum Unterbinden der Luftdruckbeurteilung, bis der Unsicherheitskoeffizient festgesetzt ist.
- 25 3. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß der zweite Unsicherheitskoeffizient durch die Unsicherheitskoeffizientenfestsetzungseinrichtung ein zweites Mal ermittelt worden ist, jedoch dem vorbestimmten Wert nicht entspricht, der Reifenluftdruck als anormal beurteilt, und das Resultat mitgeteilt wird.
- 30 4. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warnvorrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
einer ersten Unsicherheitskoeffizientenfestsetzungseinrichtung zum Festsetzen eines Unsicherheitskoeffizienten auf der Grundlage der Anfangszustände jedes der Reifen,  
einer Unterdrückungsvorrichtung zum Unterdrücken der Luftdruckbeurteilung, bis der Unsicherheitskoeffizient festgesetzt ist, und  
35 einer Warneinrichtung für die aufeinanderfolgende Information über das Vorliegen einer Beurteilung, daß der Reifenluftdruck anormal ist, wenn der durch die Unsicherheitskoeffizientenfestsetzungsvorrichtung festgesetzte Unsicherheitskoeffizient nicht einem vorbestimmten Wert entspricht.
- 40 5. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 4, gekennzeichnet durch eine Anfangssignaleinrichtung zum Erzeugen eines Anfangssignals für den Start der ersten Unsicherheitskoeffizientenfestsetzungseinrichtung, die den Unsicherheitskoeffizienten auf der Grundlage der Anfangszustände jedes Reifens festsetzt.
- 45 6. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warnvorrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
einer abweichungsbreiten Änderungseinrichtung zum Ändern der vorbestimmten Breite einer Abweichungsbreite, wobei die Luftdruckanomalie durch einen Vergleich zwischen einem Abweichungswert, der  
aus einer vorbestimmten Gleichung auf der Grundlage der Differenz zwischen der Drehzahl jedes Reifens bestimmt worden ist, und der eine vorbestimmte Breite aufweisenden Abweichungsbreite beurteilt wird,  
wobei über das Beurteilungsergebnis unter Verwendung der Fahrzeuglaufbedingungen informiert wird.
- 50 7. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warnvorrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
einer abweichungsbreiten Änderungsvorrichtung zum Ändern der vorbestimmten Breite einer Abweichungsbreite, wobei die Luftdruckanomalie durch einen Vergleich zwischen einem Abweichungswert, der  
durch eine vorbestimmte Gleichung auf der Grundlage der Differenz zwischen der Umdrehungszahl jedes  
55 Reifens bestimmt worden ist und einer auf der vorbestimmten Breite basierenden Abweichungsbreite beurteilt wird, wobei das Beurteilungsergebnis unter Verwendung der Fahrzeuggeschwindigkeit mitgeteilt wird.
- 60 8. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Breite der Abweichungsbreite auf der Grundlage der Beschleunigung des Fahrzeugs nach vorne/hinten oder nach links/rechts geändert wird.
9. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Breite der Abweichungsbreite auf der Grundlage des Gierträgheitsmoments des eine Wende ausführenden Fahrzeugs geändert wird.
- 65 10. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Breite der Abweichungsbreite auf der Grundlage der Reifentemperatur, bis hin zu einer vorbestimmten Temperatur, direkt proportional geändert und jenseits der vorbestimmten Temperatur auf demselben Wert gehalten wird.
11. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte



Breite der Abweichungsbreite auf der Grundlage der Fahrzeughöhe in Abhängigkeit der Fahrzeuglaständerung geändert wird.

12. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warnvorrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
einer Beurteilungseinrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie unter Ausführen eines Vergleichs innerhalb einer vorbestimmten Zeitperiode zwischen einem Abweichungswert, der entweder als positiver oder negativer Wert gewonnen wird, der durch eine vorbestimmte Gleichung auf der Grundlage der Differenz der Umdrehungszahl jedes Reifens gewonnen wird, und einer Differentialbreite, die eine vorbestimmte Breite aufweist,

einer Warneinrichtung zum Mitteilen des Beurteilungsergebnisses,

einer Festsetzungseinrichtung zum Festsetzen des den anormalen Luftdruck aufweisenden Reifens, wenn innerhalb der vorbestimmten Zeitperiode der Flächeninhalt des Integralwerts, um den der positive oder negative Wert die Abweichungsbreite übertroffen hat, größer wird als ein vorbestimmter Wert, und

einer Warneinrichtung zum Mitteilen des bestimmten Reifens.

13. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeß innerhalb der vorbestimmten Zeitperiode zum anfänglichen Schritt zurückkehrt, durch den der Reifenluftdruck als anormal beurteilt wird, nachdem der positive oder negative Wert eine Grenze der Abweichungsbreite übertroffen hat, und wenn er die andere Grenze übertrifft.

14. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Reifenluftdruck innerhalb der vorbestimmten Zeitperiode als anormal beurteilt wird, wenn der positive oder negative Wert eine Grenze der Abweichungsbreite (durch das Mittel) übertroffen hat, wohingegen das Vorliegen eines Systemfehlers festgestellt wird, wenn der Wert die andere Grenze der Abweichungsbreite übertrifft und der Reifenluftdruck als anormal beurteilt wird.

15. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der mit dem Fahrzeug verbundene Vorrichtungsgewinn oder -nutzen zur sicheren Seite hin geändert wird, wenn der Luftdruck als anormal beurteilt wird.

16. Reifenluftdruckwarnvorrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie auf der Grundlage von Signalen, die von Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt werden, welche den Umdrehungszustand jedes Reifens eines Fahrzeugs getrennt ermitteln, wobei die Warneinrichtung ein Warnsignal ausgibt, mit:  
einer Beurteilungseinrichtung zur Beurteilung einer Reifenluftdruckanomalie unter Ausführen eines Vergleichs innerhalb einer vorbestimmten Zeitperiode zwischen einer Abweichungsbreite, deren Breite sich bei Berücksichtigung der Fahrzeugfahrzustände ändert, und einem Abweichungswert, der durch eine vorbestimmte Gleichung als positiver oder negativer Wert bestimmt wird, die auf der Drehzahldifferenz jedes Reifens bzw. aller Reifen basiert, und

einer Warneinrichtung zum Mitteilen des Beurteilungsergebnisses,  
einer Festsetzungseinrichtung zum Festsetzen des den anormalen Luftdruck aufweisenden Reifens, wenn innerhalb der vorbestimmten Zeitperiode der Flächeninhalt des Integralwerts, um den der positive oder negative Wert die Abweichungsbreite übertroffen hat, größer wird als ein vorbestimmter Wert, und  
einer Warneinrichtung zum Mitteilen des bestimmten Reifens.

17. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die bei Ermittlung einer Reifenluftdruckabnahme eine Warnung unter Verwendung von Reifengeschwindigkeitsfühlersignalen von den vier Rädern des Fahrzeugs abgibt, mit:  
Radgeschwindigkeitsfühlern zum Ermitteln der Radgeschwindigkeit jedes der vier Räder des Fahrzeugs,  
einer Datensammeleinrichtung zum Abspeichern jedes gelesenen ermittelten, impulsförmigen Signals von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern in einem Speicher und zum Zählen der vier Radrelativgeschwindigkeitsdaten, die gewonnen werden, wenn sämtliche der Zählwerte einen vorbestimmten Wert überschritten haben, und

einer Start-/Rücksetzeinrichtung zum Rücksetzen der Zählerwerte der vier ermittelten Signale in der Datensammeleinrichtung, wenn das Lesen der von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelten Signale gestartet wird, wenn innerhalb einer ersten vorbestimmten Zeitperiode die von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelten Signale nicht eingegeben werden.

18. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch eine Wiederstarteinrichtung zum erneuten Starten der Zähler oder Zählraten der ermittelten Signale von der Datensammeleinrichtung durch die Start-/Rücksetzeinrichtung, nachdem die ermittelten Signalzählraten oder die Zähler für die ermittelten Signale zurückgesetzt sind.

19. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die bei Ermittlung einer Reifenluftdruckabnahme eine Warnung unter Verwendung von Reifengeschwindigkeitsfühlersignalen von den vier Rädern des Fahrzeugs abgibt, mit:  
Radgeschwindigkeitsfühlern zum Ermitteln der Radgeschwindigkeit jedes der vier Räder des Fahrzeugs,  
einer Datensammeleinrichtung zum Abspeichern der vier Reifenrelativgeschwindigkeitsdaten in einem Speicher, die von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern ermittelt worden und sämtliche aus Zählwerten gewonnen worden sind, die einen vorbestimmten Wert überschritten haben, und

einer Endrücksetzeinrichtung zum Zurücksetzen der Zählwerte für die vier ermittelten Signale in der Datensammeleinrichtung, wobei ab der Zeit, von der die Zähler für die ermittelten Signale von den Radgeschwindigkeitsfühlern einen vorbestimmten Wert innerhalb einer zweiten vorbestimmten Zeitperiode überschritten haben, wenn die anderen Zähler oder Zählraten der ermittelten Signale von den Radgeschwindigkeitsfühlern diesen vorbestimmten Wert nicht übertroffen haben.

20. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die bei Ermittlung einer Reifenluftdruckabnahme eine Warnung unter Verwendung von Reifengeschwindigkeitsfühlersignalen von den vier Rädern des Fahrzeugs abgibt, mit:

Radgeschwindigkeitsfühlern zum Ermitteln der Radgeschwindigkeit jedes der vier Räder des Fahrzeugs, einer Datensammeleinrichtung zum Speichern derjenigen jeweils ermittelten, impulsförmigen Signale von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern, die gelesen und gezählt worden sind, in einem Speicher, sowie der vier Radrelativgeschwindigkeitsdaten, die gewonnen worden sind, wenn sämtliche der Zählwerte einen vorbestimmten Wert übertroffen haben,

einer Start-/Rücksetzeinrichtung zum Zurücksetzen der Zählerwerte für die vier ermittelten Signale in der Datensammeleinrichtung (derart, daß dann), wenn das Lesen der ermittelten Signale von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern gestartet worden ist, wenn die ermittelten Signale von den vier Radgeschwindigkeitsfühlern nicht innerhalb der ersten vorbestimmten Zeitperiode angegeben worden sind, und einer Endrücksetzeinrichtung zum Zurücksetzen der Zählwerte für die vier ermittelten Signale in der Datensammeleinrichtung, wobei ab der Zeit, wenn einer der Zähler oder Zählraten der ermittelten Signale für die Radgeschwindigkeitsfühlern innerhalb einer zweiten vorbestimmten Zeitperiode einen vorbestimmten Wert übertroffen hat, wenn die anderen Zähler oder Zählraten der ermittelten Signale von den Reifengeschwindigkeitsfühlern nicht denselben vorbestimmten Wert übertroffen haben.

21. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs eine Warnung ausgibt, wenn eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt wird, mit:  
einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der vier Radgeschwindigkeiten,  
einer Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung zum Beurteilen einer Reifenluftdruckabnahme unter Verwendung der Radgeschwindigkeit, die von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelt worden ist,

einer speziellen Bedingungsermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines speziellen Zustands, der mit Hinblick auf das Fahrzeug und/oder die Straßenoberfläche für die Reifenluftdruckbeurteilung nicht geeignet ist, und

einer Unterbindungseinrichtung zum Unterbinden der Reifenluftdruckbeurteilung des Reifenluftdruckbeurteilungsvorgangs, wenn durch die spezielle Bedingungsermittlungseinrichtung einen speziellen Zustand ermittelt worden ist.

22. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen einen Beschleunigungs- oder Verzögerungszustand umfassen.

23. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen einen Zustand umfassen bei dem das Fahrzeug einen Hügel hinauffährt.

24. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Antriebsräder durchdrehen.

25. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem das Fahrzeug feststeckt.

26. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Straße geneigt ist.

27. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Radgeschwindigkeit der rechten/linken Antriebsräder im Vergleich zur freien Radgeschwindigkeit übereinstimmend niedrig ist.

28. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Radgeschwindigkeit der linken/rechten freien Räder im Vergleich zur Geschwindigkeit der angetriebenen Räder übereinstimmend niedrig ist.

29. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Belastung des linken/rechten Rads im Vergleich zur Belastung der beiden Vorderräder groß ist.

30. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Belastung der vier Räder größer als ein vorbestimmter Wert ist.

31. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem auf der Grundlage der Radgeschwindigkeit der linken/rechten Antriebsräder beide Beurteilungsmittel für das Vorliegen einer schlechten Straße beurteilen, daß der Zustand einer schlechten Straße vorliegt.

32. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem auf der Grundlage der Radgeschwindigkeit der linken/rechten nichtangetriebenen Räder beide Beurteilungsmittel das Vorliegen einer schlechten Straße beurteilen, daß der Zustand einer schlechten Straße vorliegt.

33. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, daß die Parkbremse "an" oder aktiviert ist.

34. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem die Antirutschbremsvorrichtungen in Betrieb sind.

35. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die speziellen Bedingungen den Zustand umfassen, bei dem sich die Traktionssteuervorrichtung in Betrieb befindet.

36. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs eine Warnung ausgibt, wenn eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt wird, mit:

einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der vier Radgeschwindigkeiten,  
einer Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung zum Beurteilen einer Reifenluftdruckabnahme unter Verwendung der von der Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelten Radgeschwindigkeit,  
einer Straßenoberflächenzustandsermittlungseinrichtung zum Ermitteln des Zustands der abgefahrenen Straße, und



einer Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichseinstelleinrichtung zum Festsetzen eines Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs, in dem die Durchführung der Reifenluftdruckbeurteilung der Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung unter Verwendung des durch die Straßenoberflächenzustandsermittlungseinrichtung ermittelten Straßenoberflächenzustands zulässig ist.

37. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Straßenoberflächenzustandsermittlungseinrichtung eine Einrichtung zum Ermitteln des Straßenoberflächenreibungszustands aufweist, und daß die Fahrzeugbereichseinstelleinrichtung den oberen Grenzwert für den Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich bei Vorliegen eines niedrigen Reibungszustands auf einen Wert unterhalb demjenigen bei einem hohen Reibungszustand einstellt.

38. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Straßenoberflächenzustandsermittlungseinrichtung eine Einrichtung zum Ermitteln einer schlechten Straßenoberfläche aufweist, und daß die Fahrzeugbereichseinstelleinrichtung für den schlechten Straßenzustand so ausgelegt ist, daß der obere Grenzwert des Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs niedriger ist als im Falle eines guten Straßenzustands.

39. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Straßenoberflächenzustandsermittlungseinrichtung eine Einrichtung zum Ermitteln des Gefälles der Straßenoberfläche aufweist, und daß die Fahrzeugbereichseinstelleinrichtung so ausgelegt ist, daß sie für ein ansteigendes Gefälle (hügelansteigende Fahrt) den oberen Grenzwert des Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs niedriger einstellt als für ein mildes Gefälle.

40. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung folgendes umfaßt:

einen Anfangseinstellungsfestsetzungsprozeß zum Festsetzen eines Kompensationskoeffizienten für einen neu montierten Reifen unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten, um den Fehler zu kompensieren, der durch die Reifenmontage auftritt, und

einer Reifenluftdruckbeurteilungsprozeßeinrichtung zum Ausführen des Reifenluftdruckbeurteilungsprozesses unter Verwendung des Kompensationskoeffizienten, der in der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung und für die vier Radgeschwindigkeiten festgesetzt worden ist.

41. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichsfestsetzungseinrichtung den Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich festsetzt, innerhalb welchem der Einstellprozeß der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zugelassen ist sowie den Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, innerhalb welchem der Beurteilungsprozeß der Reifenluftdruckbeurteilungseinrichtung zulässig ist.

42. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs eine Warnung ausgibt, wenn eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt wird, mit:

einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der vier Radgeschwindigkeiten, eine Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zum Ausführen eines Anfangseinstellungsprozeßablaufs unter Verwendung der durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelten Radgeschwindigkeiten für einen speziellen ersten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, um die Anfangszustände der vier Reifen zu kompensieren,

einer Luftdruckbeurteilungsprozeßeinrichtung zum Ausführen eines Reifenluftdruckbeurteilungsprozesses für einen zweiten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich, der breiter ist als der erste Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich unter Aufnahme oder Eingabe der Radgeschwindigkeiten, die durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtungen ermittelt worden sind und der Prozeßergebnisse der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung in Übereinstimmung mit der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung nach dem Anfangseinstellungsprozeß für eine vorbestimmte Zeitperiode oder eine vorbestimmte Strecke.

43. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung dazu ausgelegt ist, den Kompensationskoeffizienten zu bestimmen, um die Anfangsbedingungen oder -zustände der vier Reifen zu korrigieren.

44. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Reifenluftdruckbeurteilungsprozeßeinrichtung so ausgebildet ist, daß in dem mehrfach unterteilten ersten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich ein Korrekturwert festgesetzt wird, um den Beurteilungsschwellenwert in dem Luftdruckbeurteilungsprozeß zu korrigieren.

45. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Reifenluftdruckbeurteilungsprozeßeinrichtung so ausgebildet ist, daß in dem mehrfach unterteilten zweiten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich ein Korrekturwert festgesetzt wird, um den Beurteilungsschwellenwert in dem Luftdruckbeurteilungsprozeß zu korrigieren.

46. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Reifenluftdruckbeurteilungsprozeßeinrichtung so ausgebildet ist, daß der Kompensationskoeffizient und die Reifenluftdruckbeurteilungsvariable aus den vier Radgeschwindigkeiten ermittelt werden, und daß durch Vergleichen dieser Reifenluftdruckbeurteilungsvariablen mit einem Beurteilungsschwellenwert eine Abnahme des Reifenluftdrucks bestimmt werden kann.

47. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß der Reifenluftdruckbeurteilungsprozeß so ausgebildet ist, daß ein selbstlernender Steuerkoeffizient festgesetzt wird, um den Beurteilungsschwellenwert durch eine selbstlernende Steuerung zu korrigieren.

48. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs eine Warnung ausgibt, wenn eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt wird, mit:  
einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der vier Radgeschwindigkeiten,  
einer Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zum Ausführen der Anfangseinstellungen unter Verwendung

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

K-Wert  
bei Radg.

keine  
35

keine  
50 der  
Prüfung

der durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelten Radgeschwindigkeiten, wenn Berechnungsbedingungen für einen spezifizierten Koeffizienten festgesetzt sind zur Berechnung des Kompensationskoeffizienten zum Kompensieren der Reifenbedingungen der vier Räder, einer Anfangseinstellungsstartschaltereinrichtung zum Erzeugen des Startbefehls für die Anfangseinstellungen in der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung, und

einer Bedingungsabschwächungseinrichtung zum Abschwächen der Koeffizientenberechnungsbedingungen, nachdem das Startsignal durch die Anfangseinstellungsstartsignalschaltereinrichtung selbst dann eingegeben worden ist, wenn die vorgegebene Zeitperiode abgelaufen und die Anfangseinstellungen nicht abgeschlossen sind.

49. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs eine Warnung ausgibt, wenn eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt wird, mit:

einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der vier Radgeschwindigkeiten, einer Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zum Ausführen der Berechnung des Kompensationskoeffizienten unter Verwendung der durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelten Radgeschwindigkeiten zum Kompensieren der Reifenanfangsbedingungen der vier Räder, wenn die Berechnungsbedingungen für den spezifizierten Koeffizienten festgesetzt sind, einer Anfangseinstellungsstartschaltereinrichtung, zum Erzeugen des Startbefehls für die Anfangseinstellungen der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung, und

einer Bedingungsabschwächungseinrichtung zum Abschwächen der Koeffizientenberechnungsbedingung, nachdem der Startbefehl durch die Anfangseinstellungsstartschaltereinrichtung eingegeben worden ist, selbst dann, wenn das Fahrzeug die vorbestimmte Strecke gefahren und die Anfangseinstellungsbedingungen nicht abgeschlossen worden sind.

50. Reifenluftdruckwarnvorrichtung, die unter Verwendung der vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs eine Warnung ausgibt, wenn eine Reifenluftdruckabnahme ermittelt wird, mit:

einer Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung zum Ermitteln der vier Radgeschwindigkeiten, einer Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung zum Ausführen der Berechnung des Kompensationskoeffizienten unter Verwendung der durch die Radgeschwindigkeitsermittlungseinrichtung ermittelten Radgeschwindigkeiten zum Kompensieren der Reifenanfangsbedingungen der vier Räder, wenn die Berechnungsbedingungen für den spezifizierten Koeffizienten festgesetzt sind, einer Anfangseinstellungsstartschaltereinrichtung, zum Erzeugen des Startbefehls für die Anfangseinstellungen der Anfangseinstellungsprozeßeinrichtung, und

einer Bedingungsabschwächungseinrichtung zum Abschwächen der Koeffizientenberechnungsbedingung, nachdem das Startkommando durch die Anfangseinstellungsstartschaltereinrichtung eingegeben worden ist, wenn das Startkommando erneut eingegeben wird.

51. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Koeffizientenberechnungsbedingungen die Bedingung umfaßt, daß der vorübergehende Radzustand oder das Reserverad auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit beurteilt wird.

52. Reifenluftdruckwarnvorrichtung nach Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingungsabschwächungseinrichtung dazu ausgelegt ist, daß der Zustand- oder Bedingungsschwellenwert, deren Zustand eines montierten Reservereifens beurteilt, erhöht wird.

Hierzu 51 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

FIG. 3

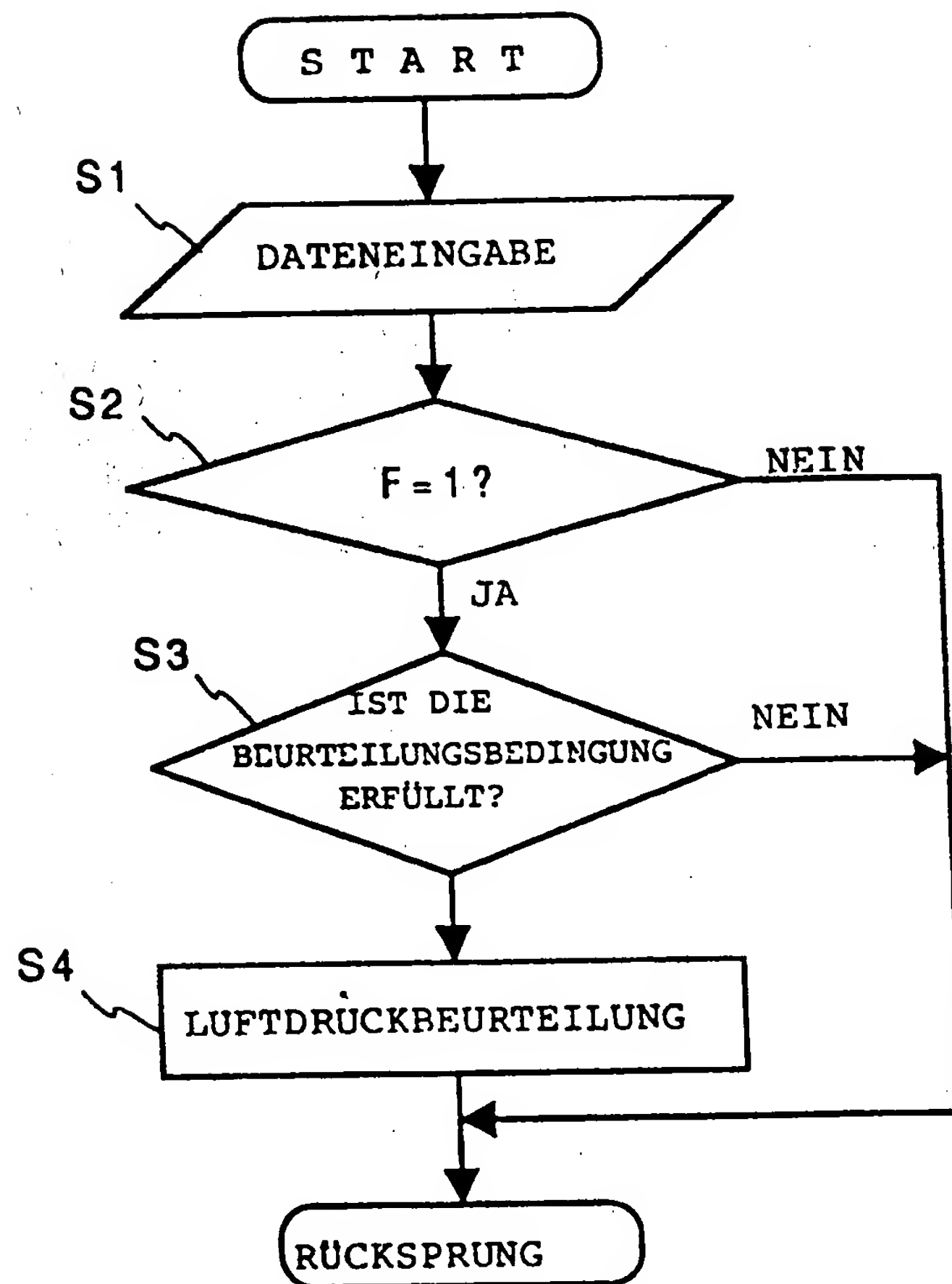




FIG. 4

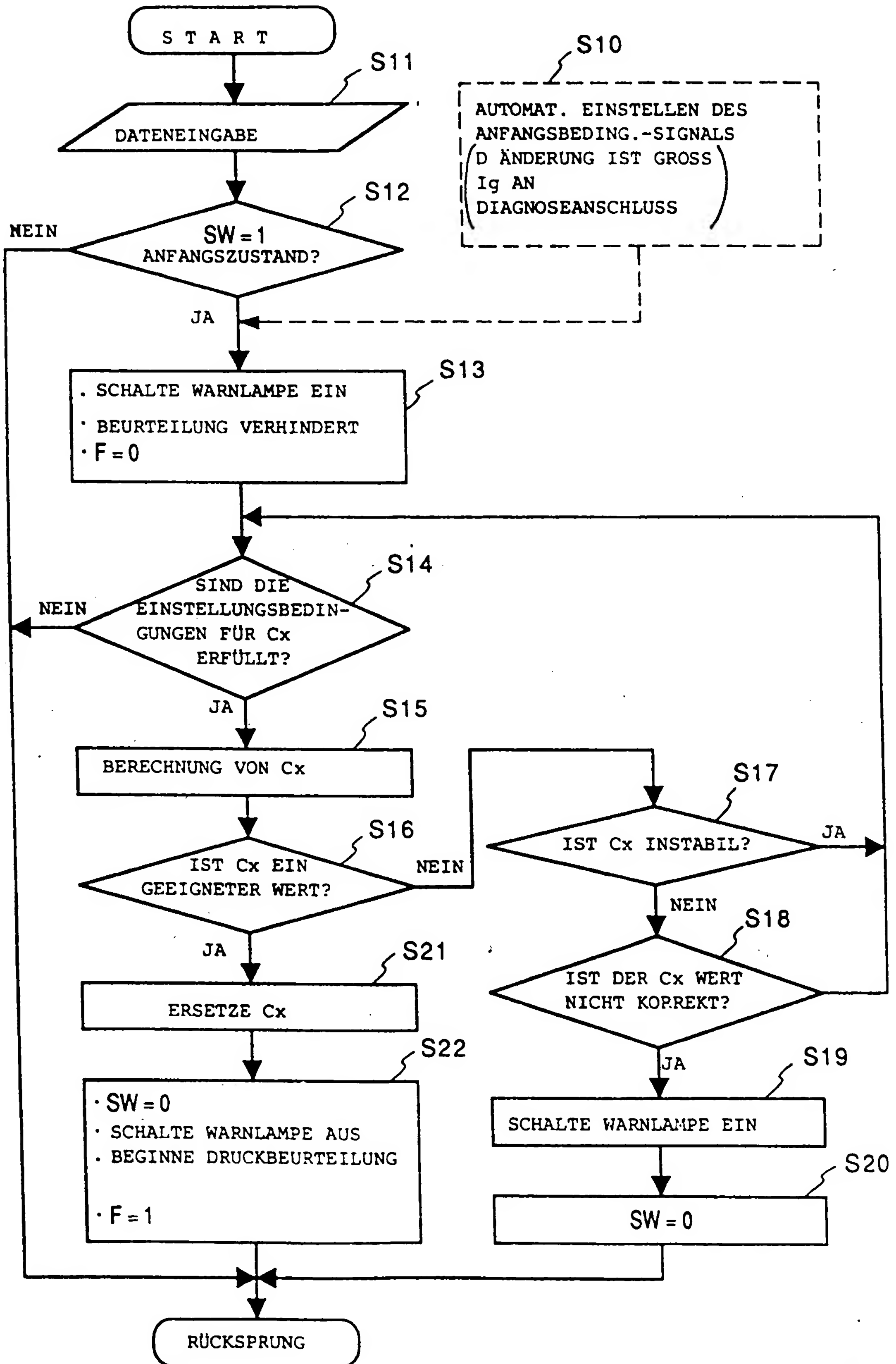


FIG. 5A

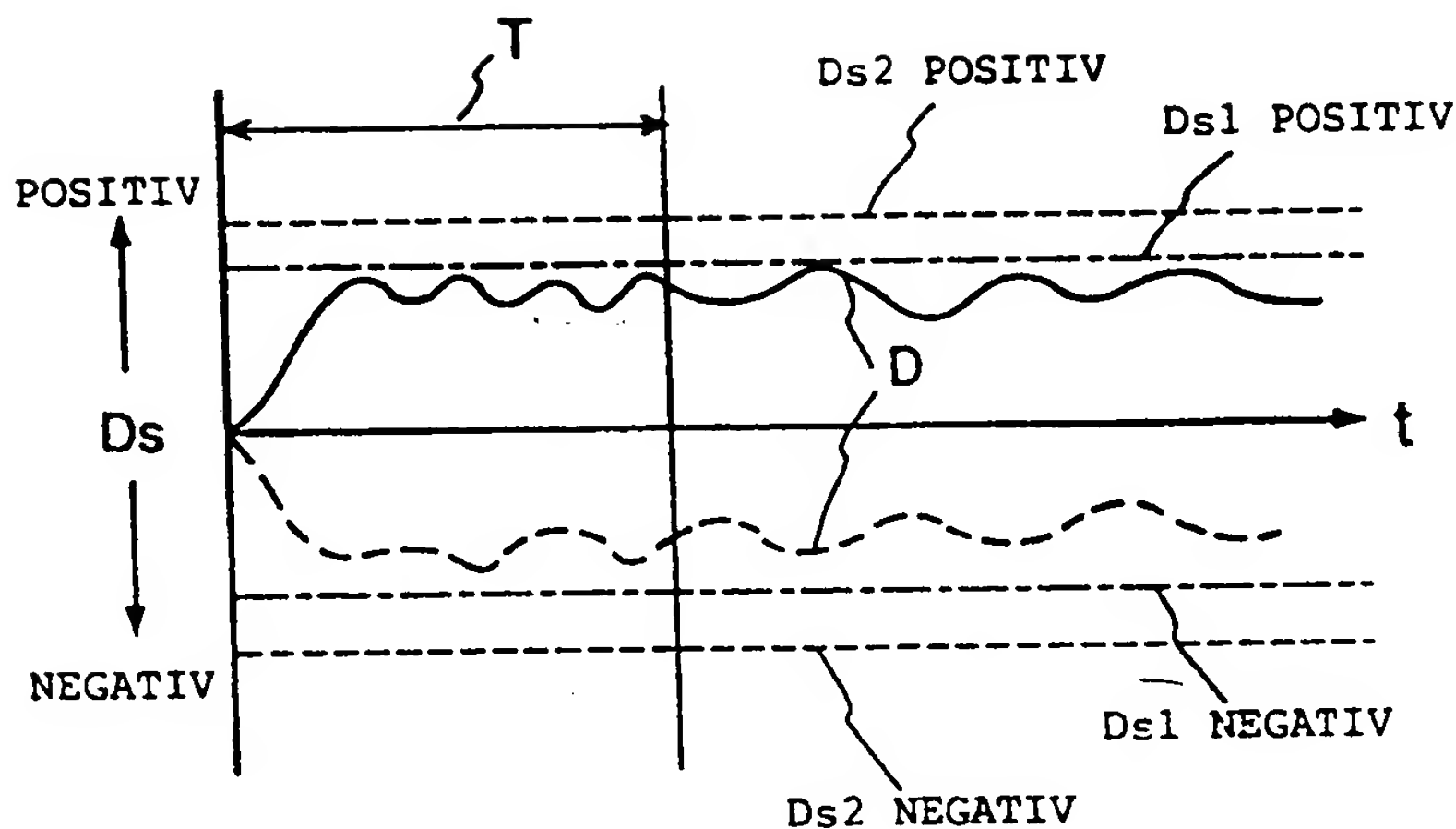


FIG. 5B

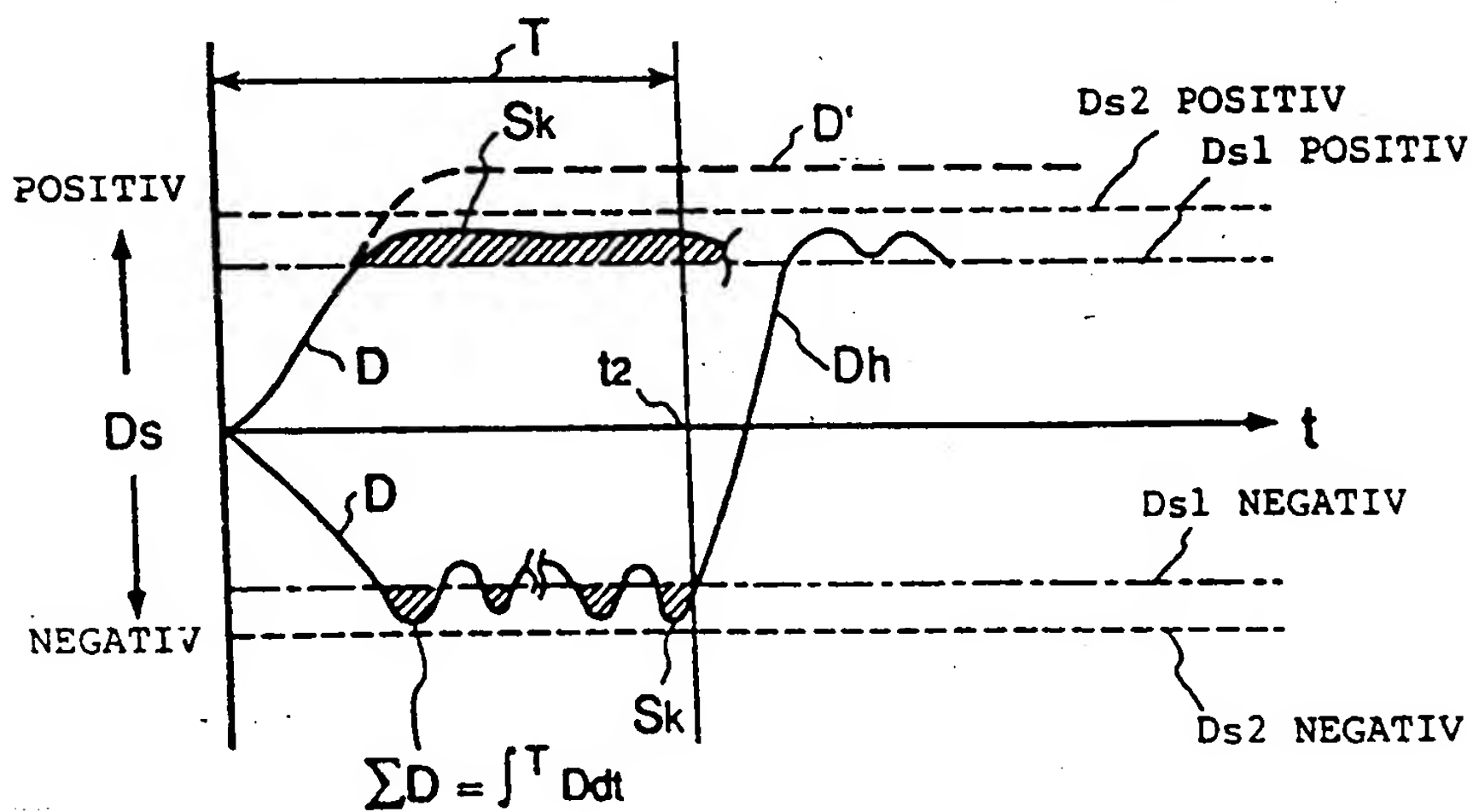




FIG. 6A

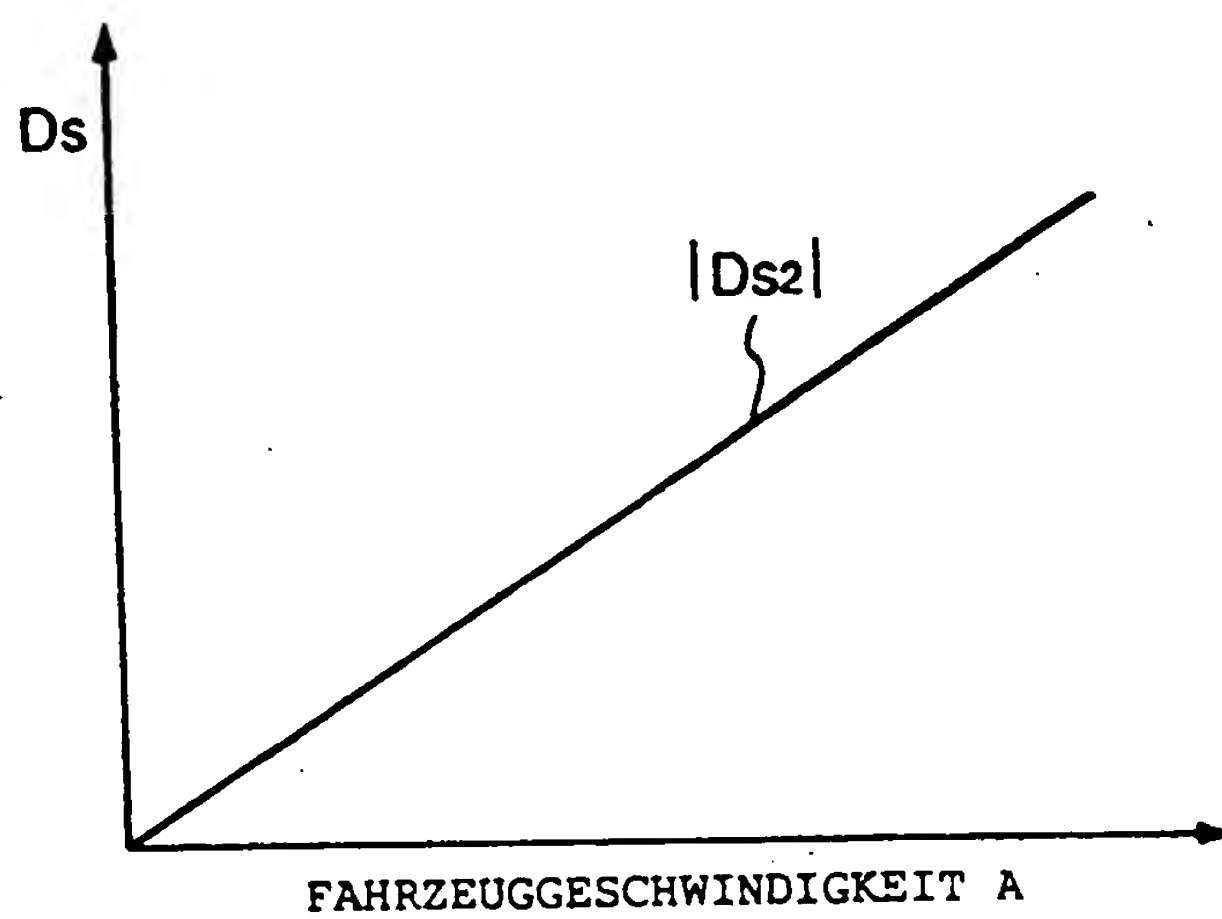


FIG. 6B

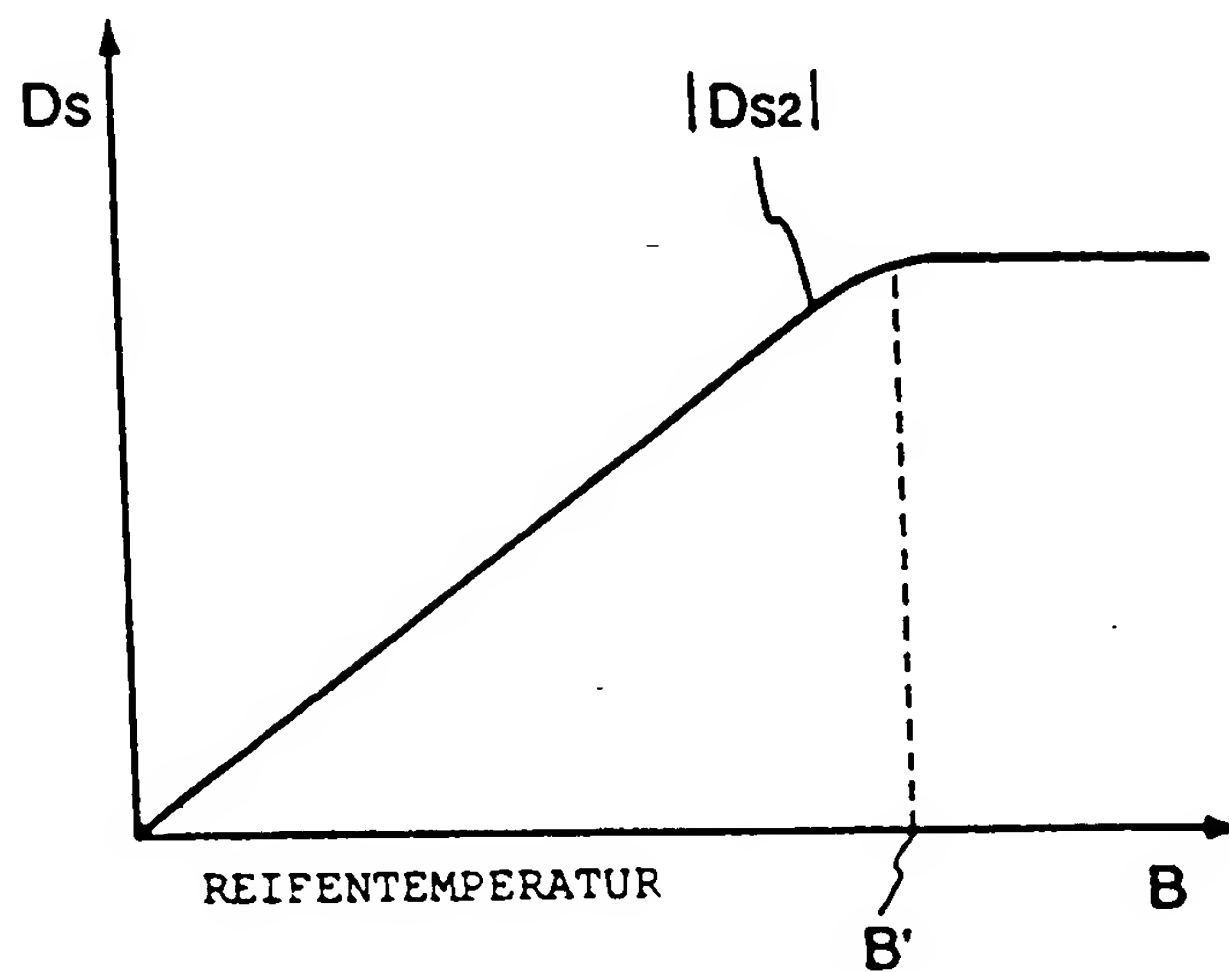


FIG. 7

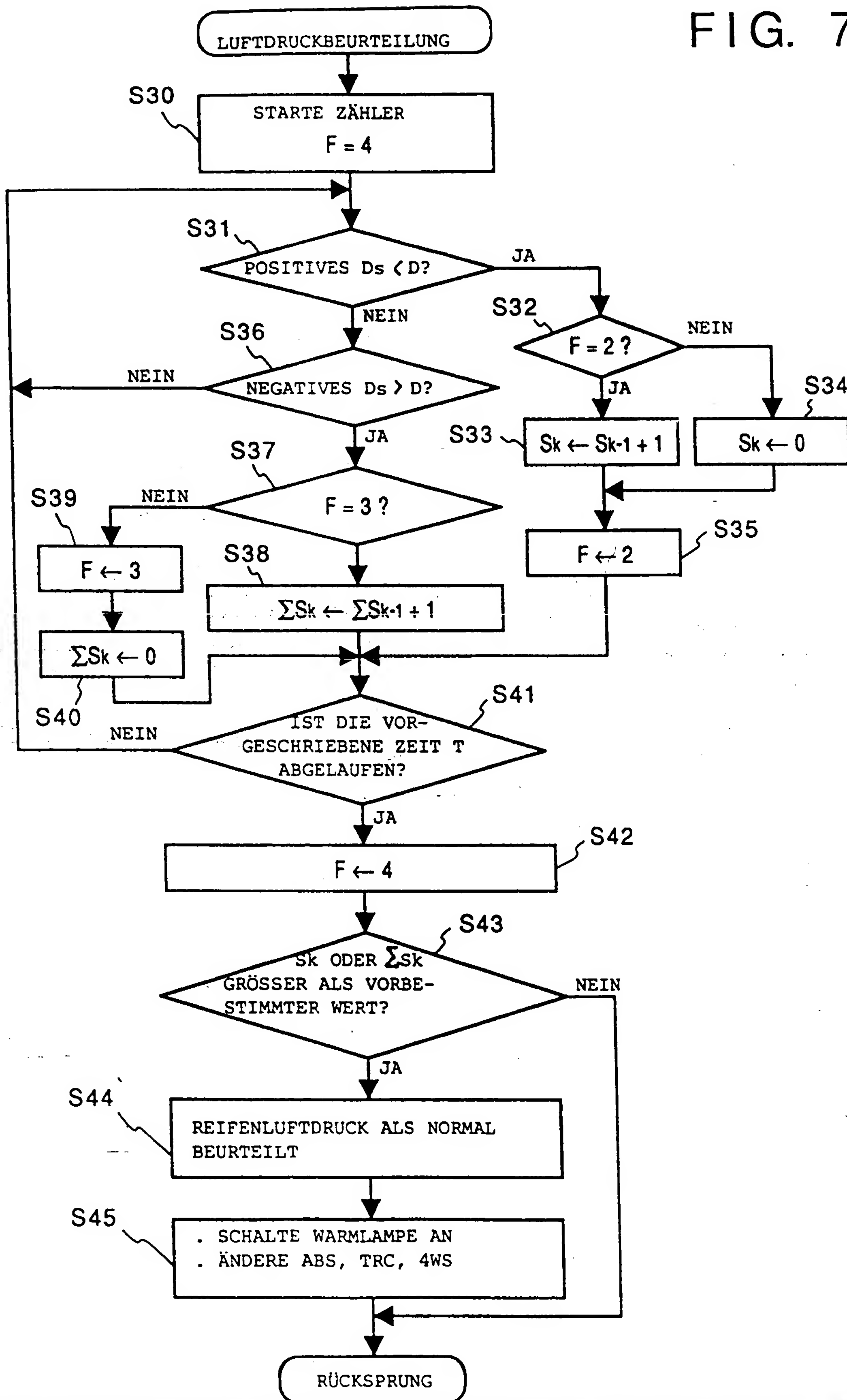




FIG. 8

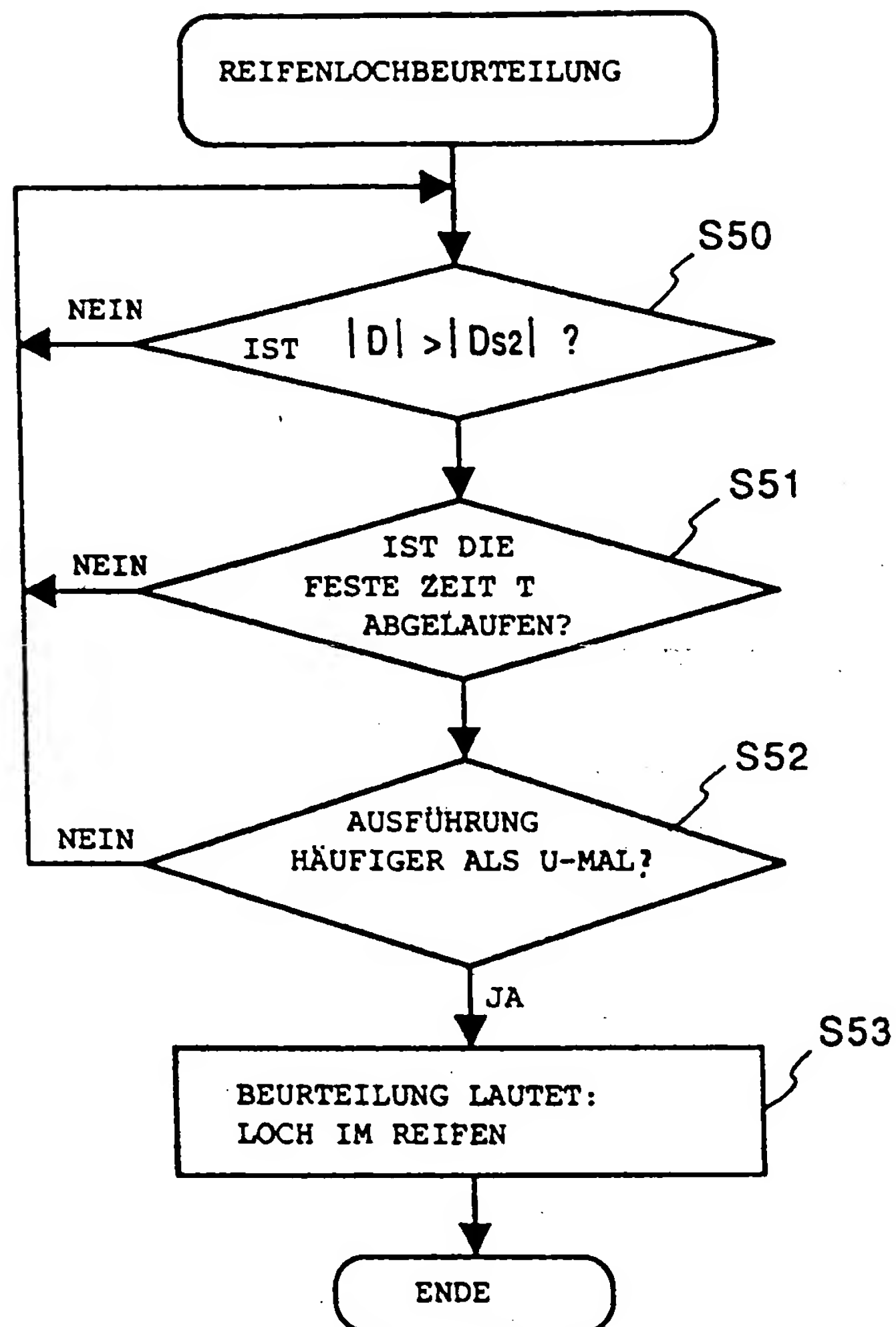


FIG. 9

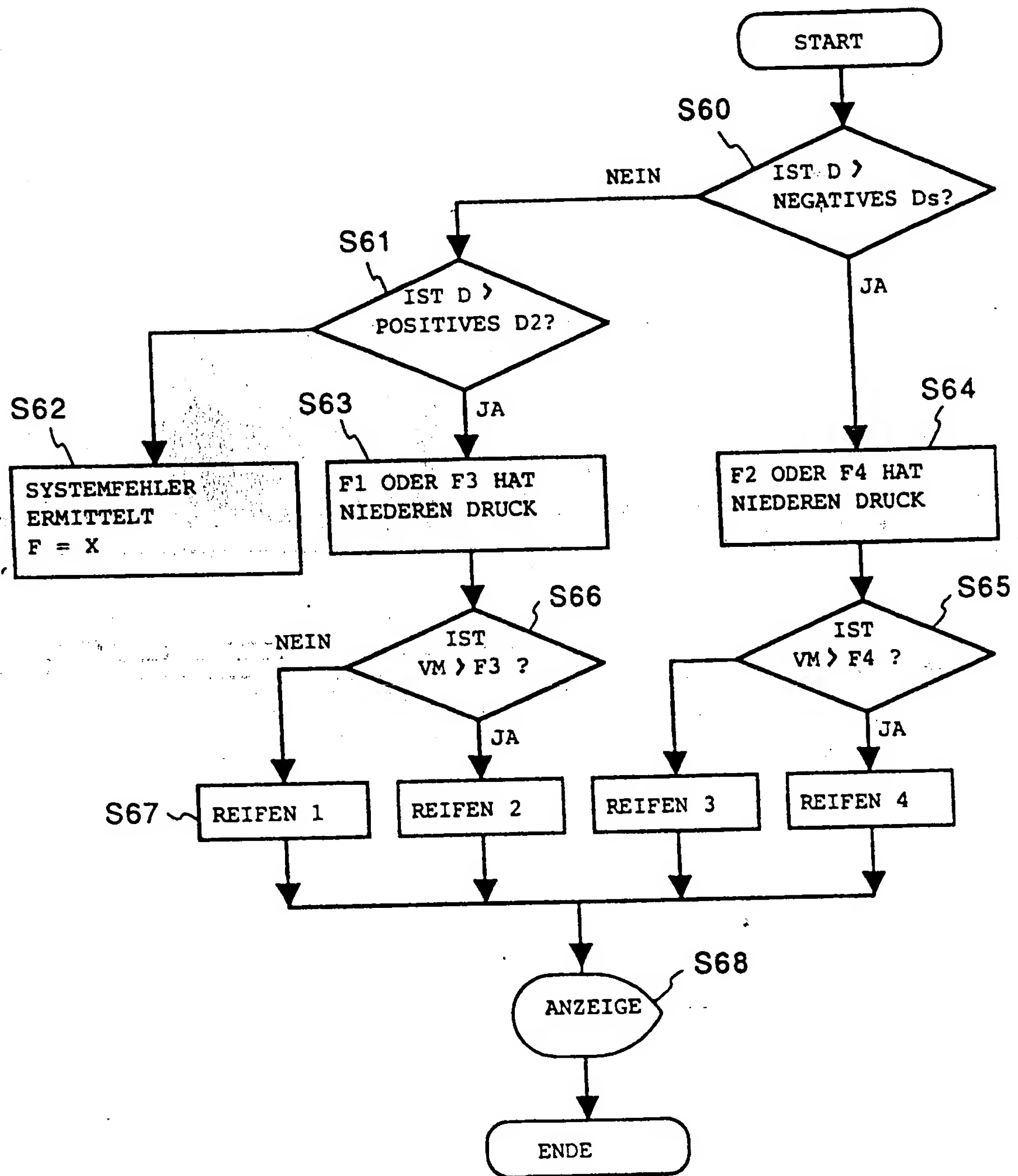




FIG. 10A

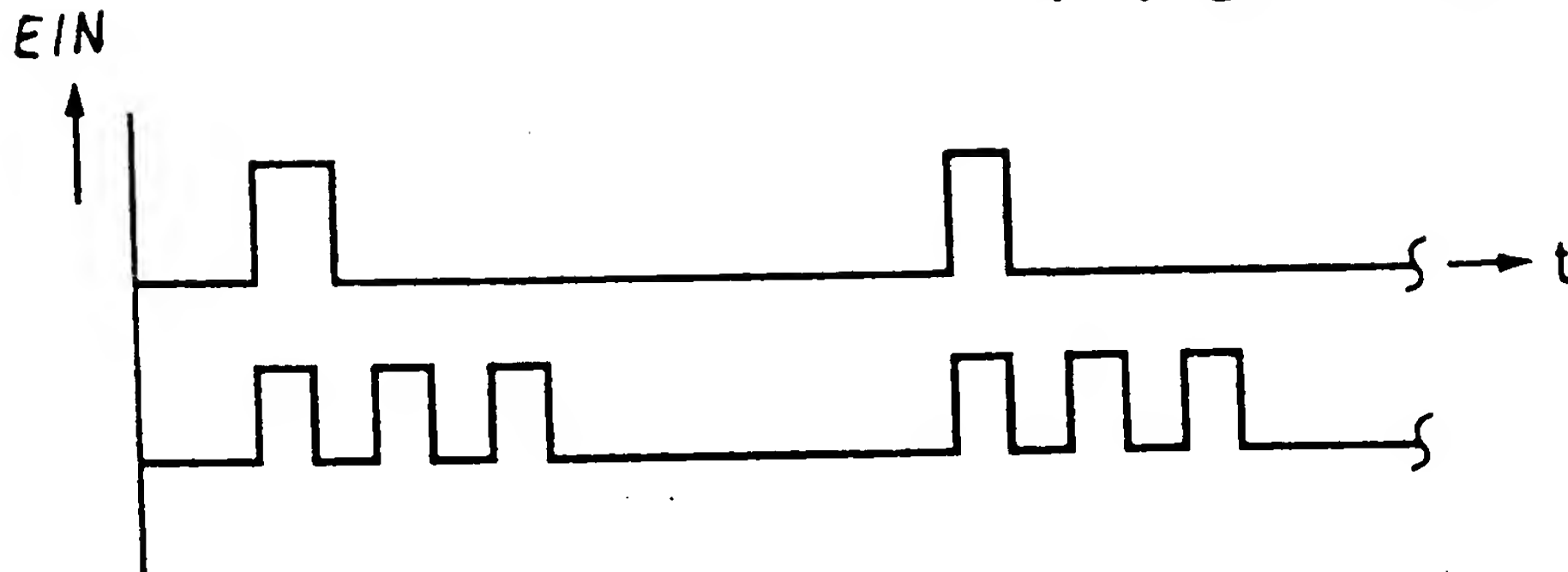


FIG. 10B

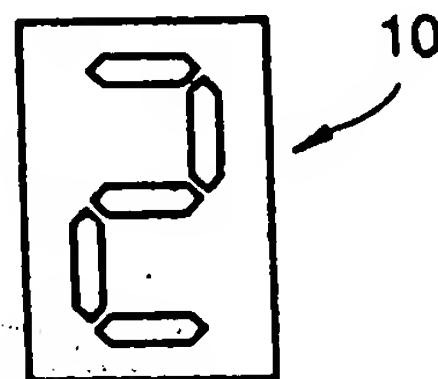


FIG. 10C

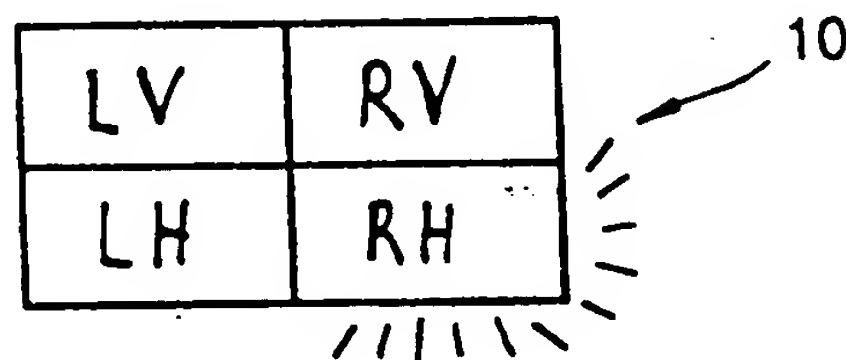


FIG. 10D

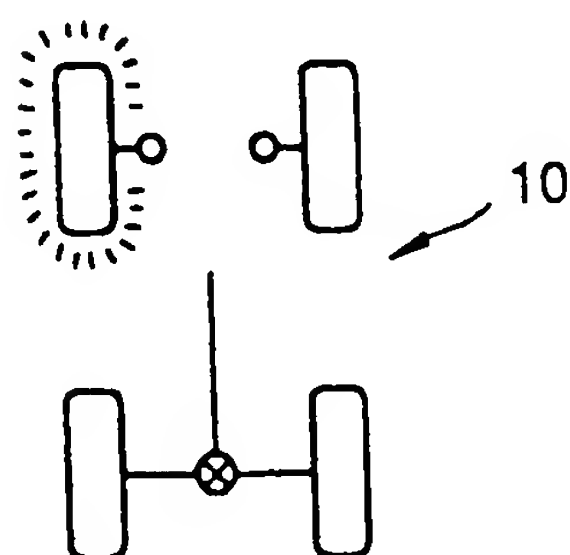


FIG. 11

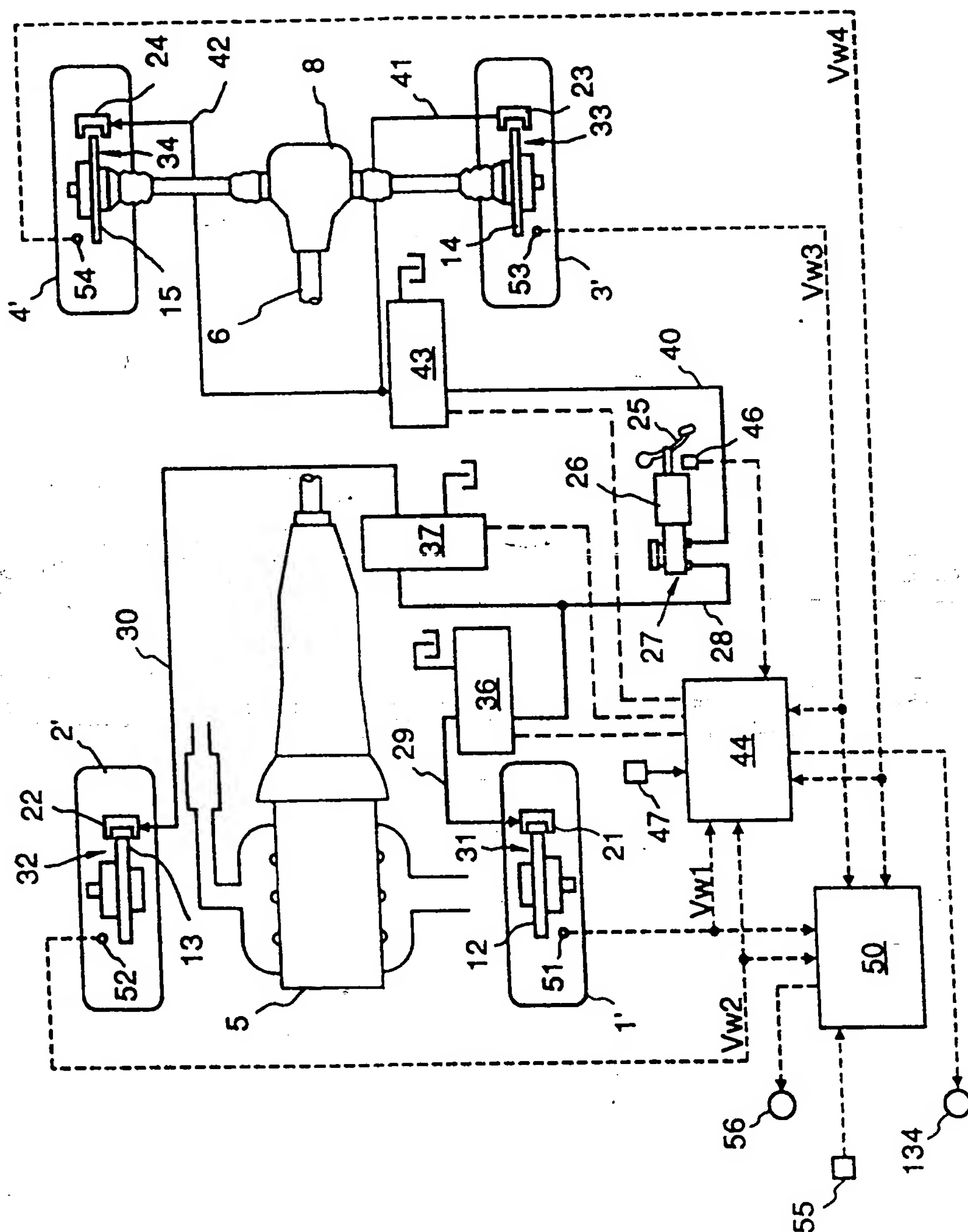




FIG. 12

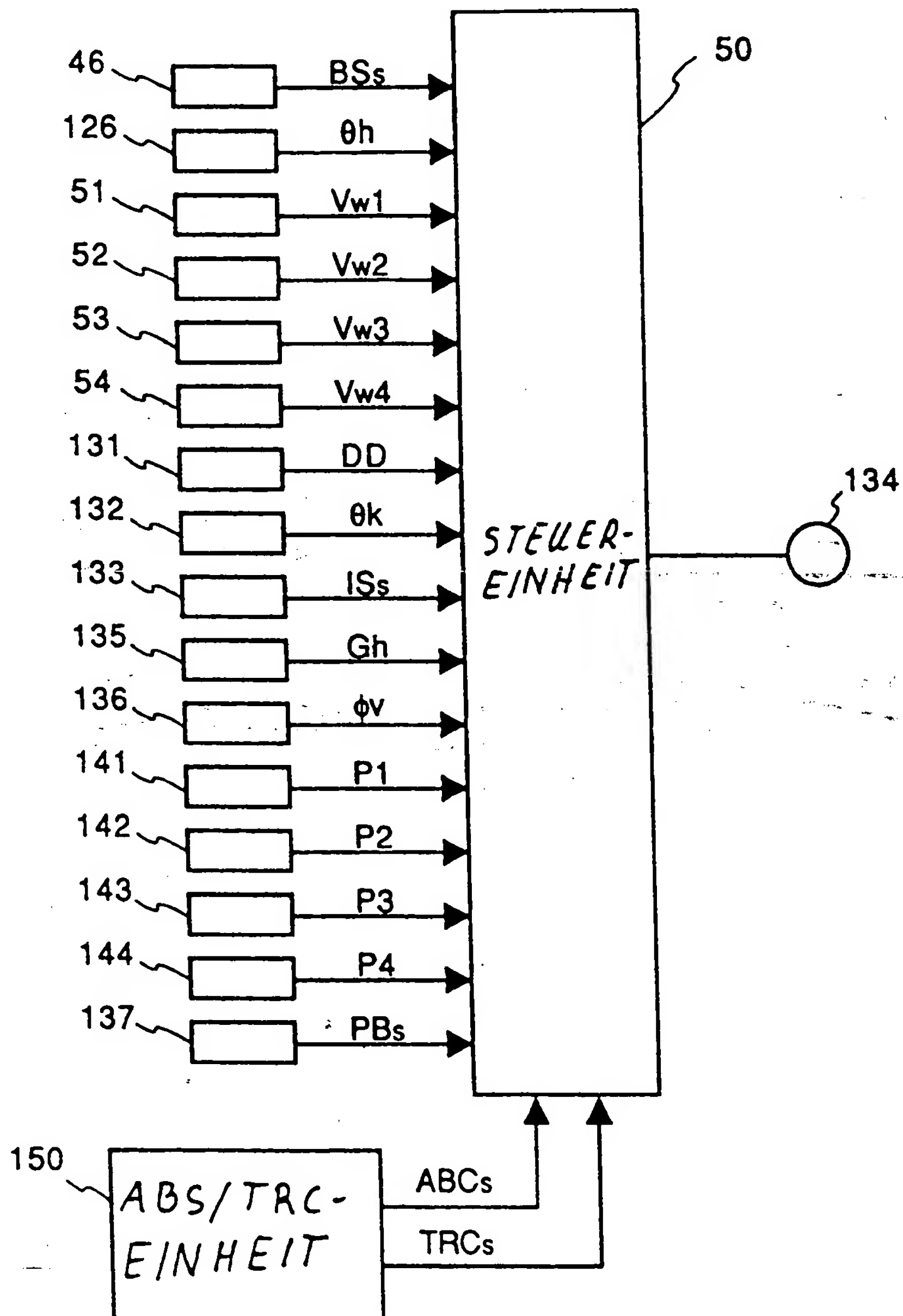


FIG. 13

[VERFAHREN ZUM LESEN  
DES ERMITTELTEN SIGNALS]

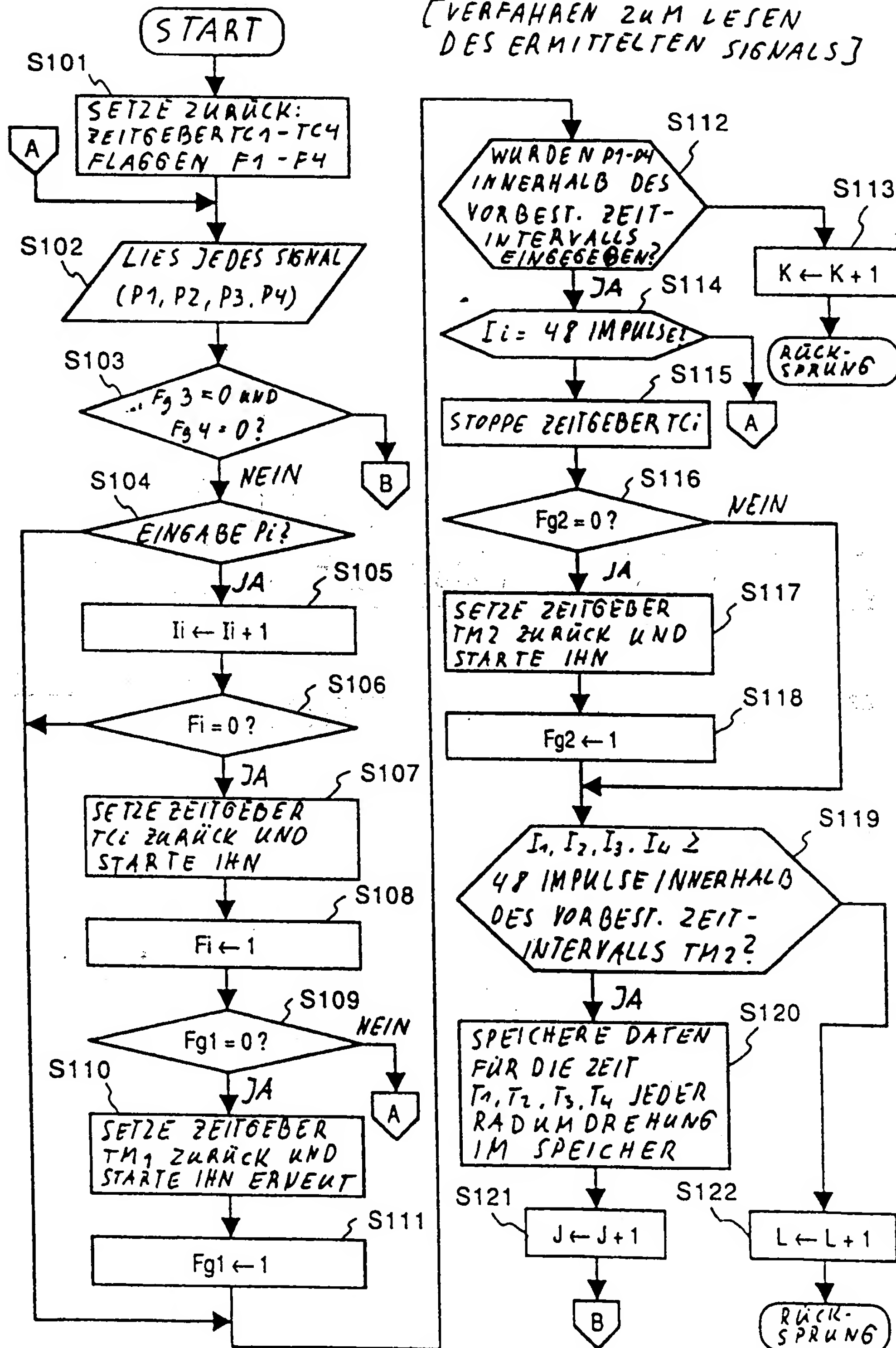




FIG. 14

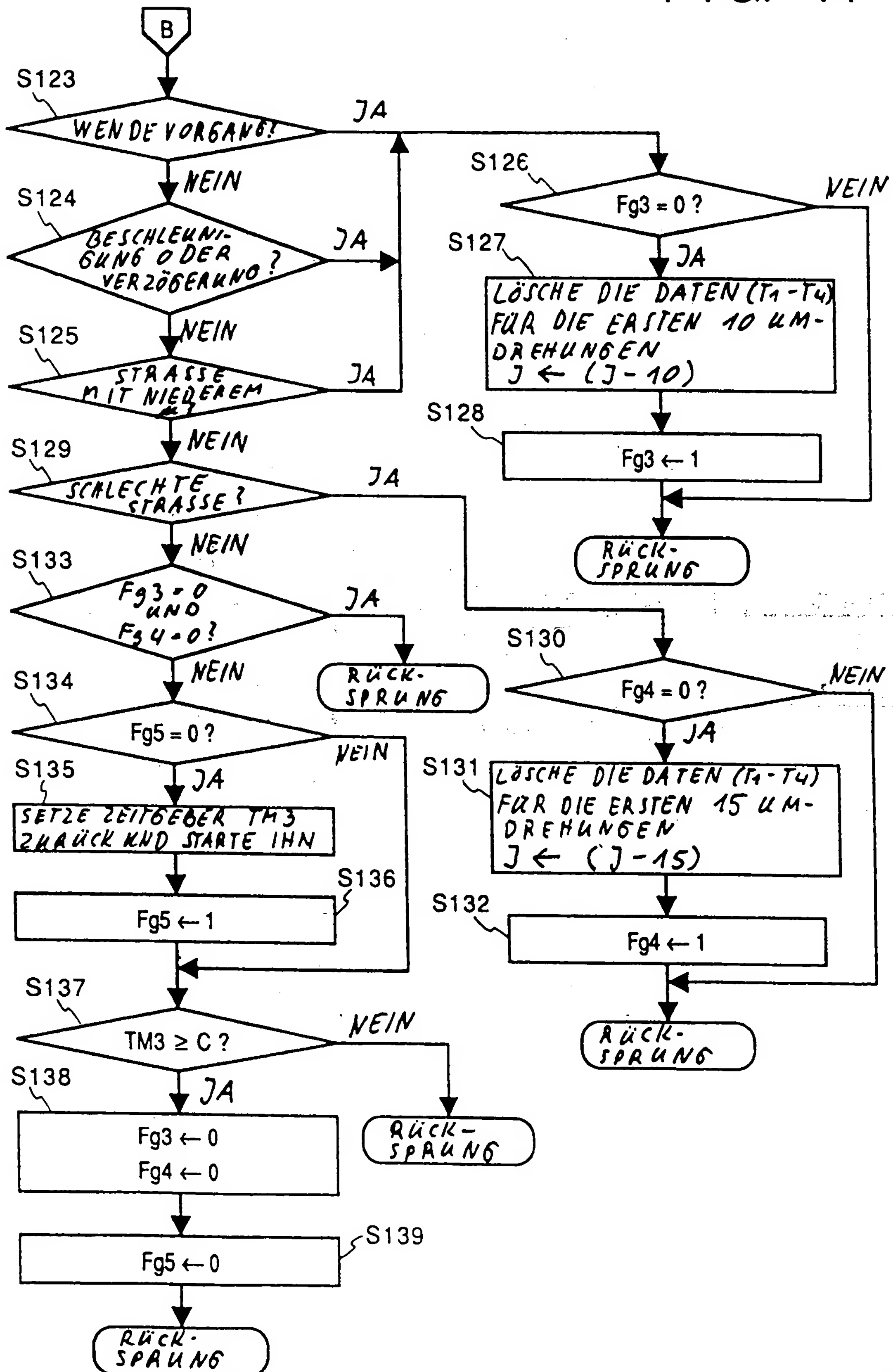


FIG. 15

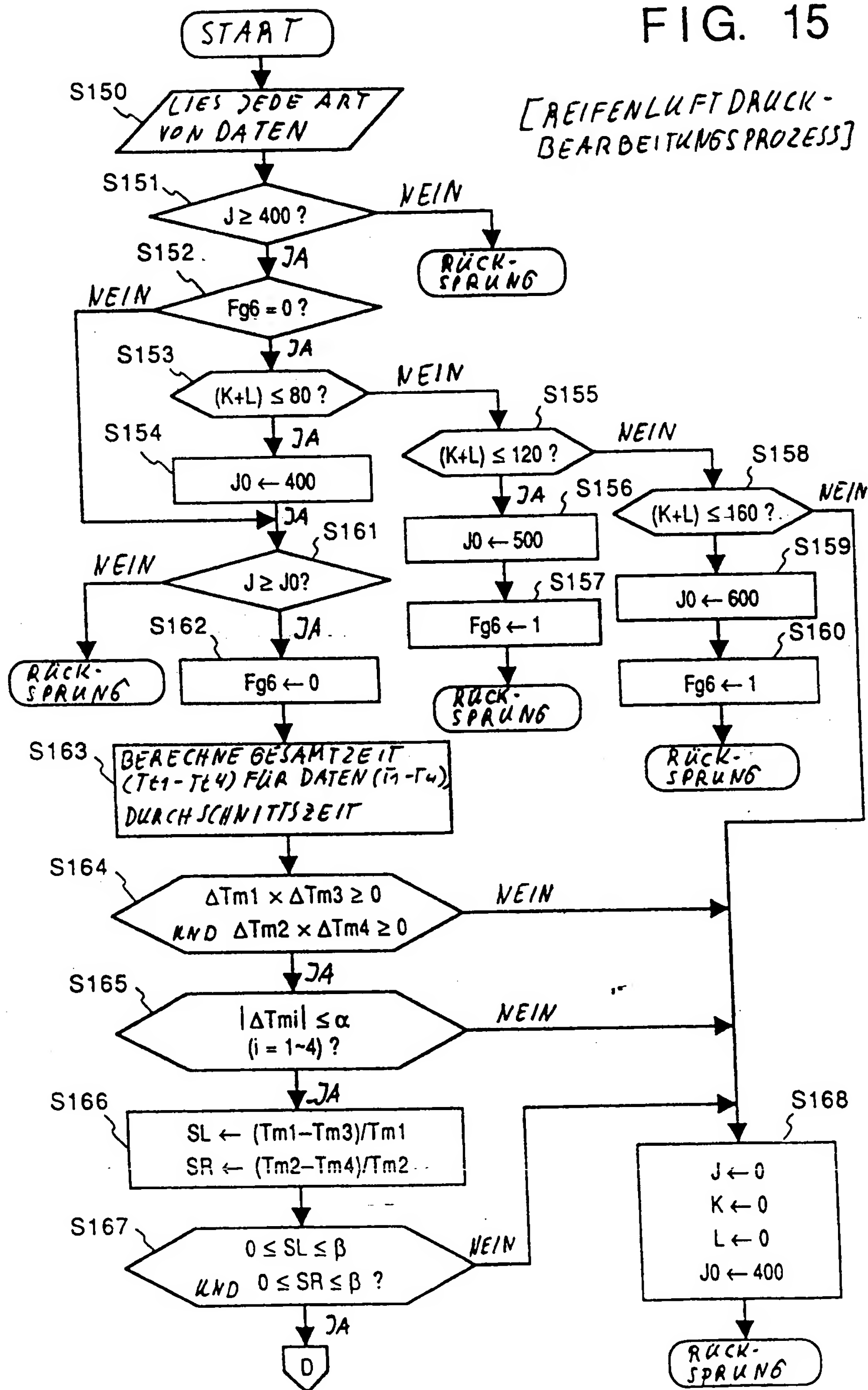




FIG. 16

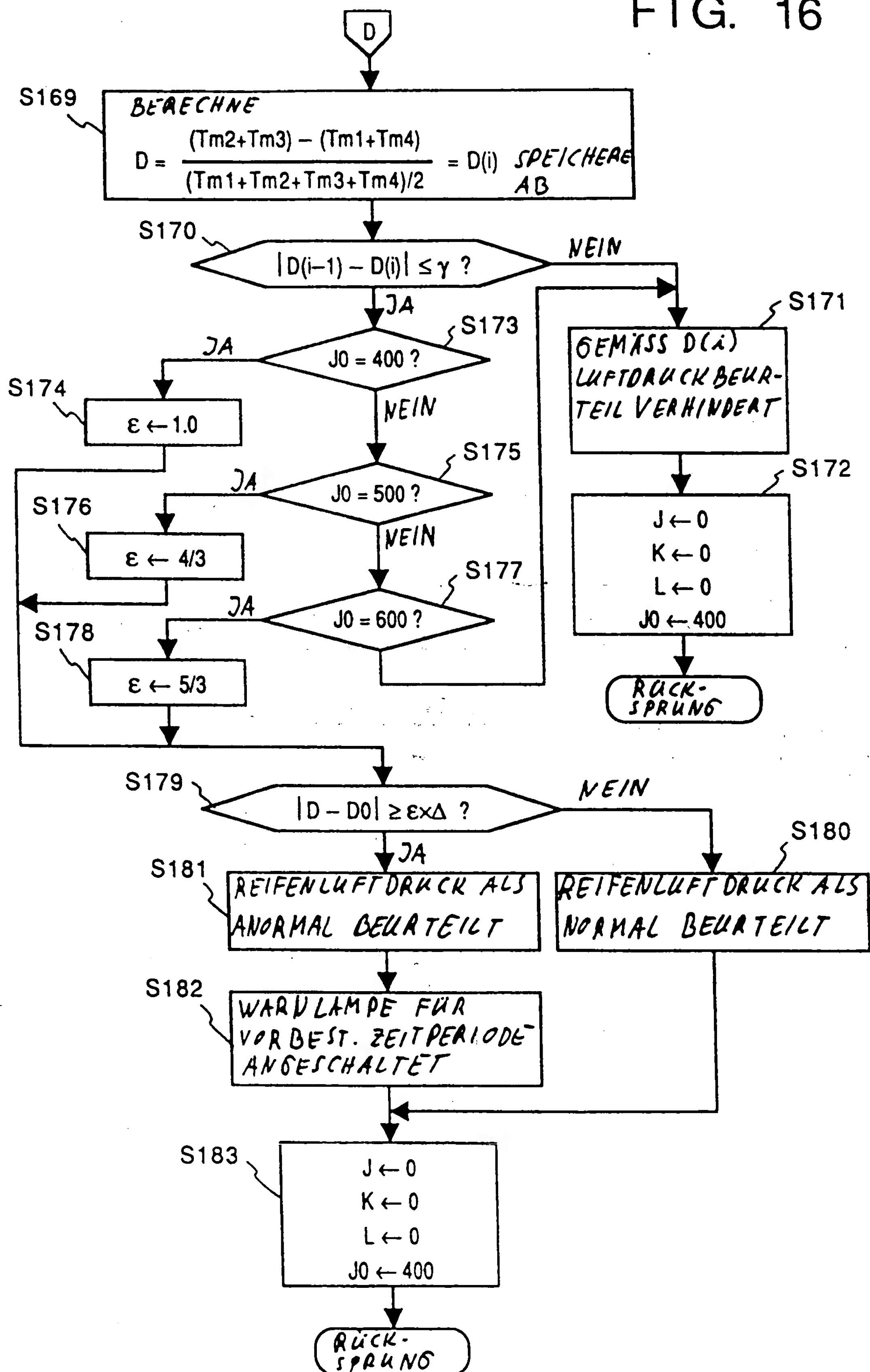
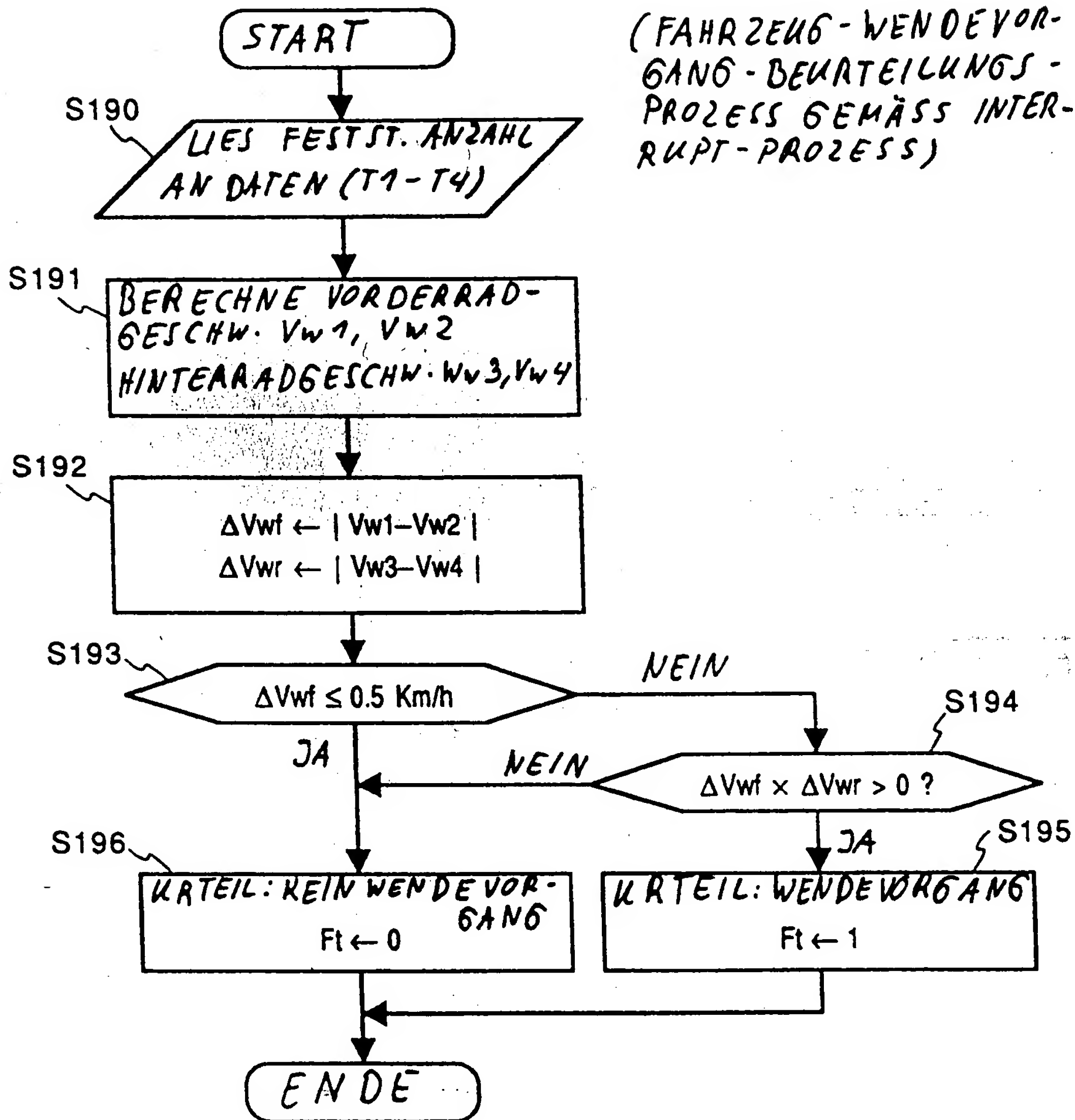
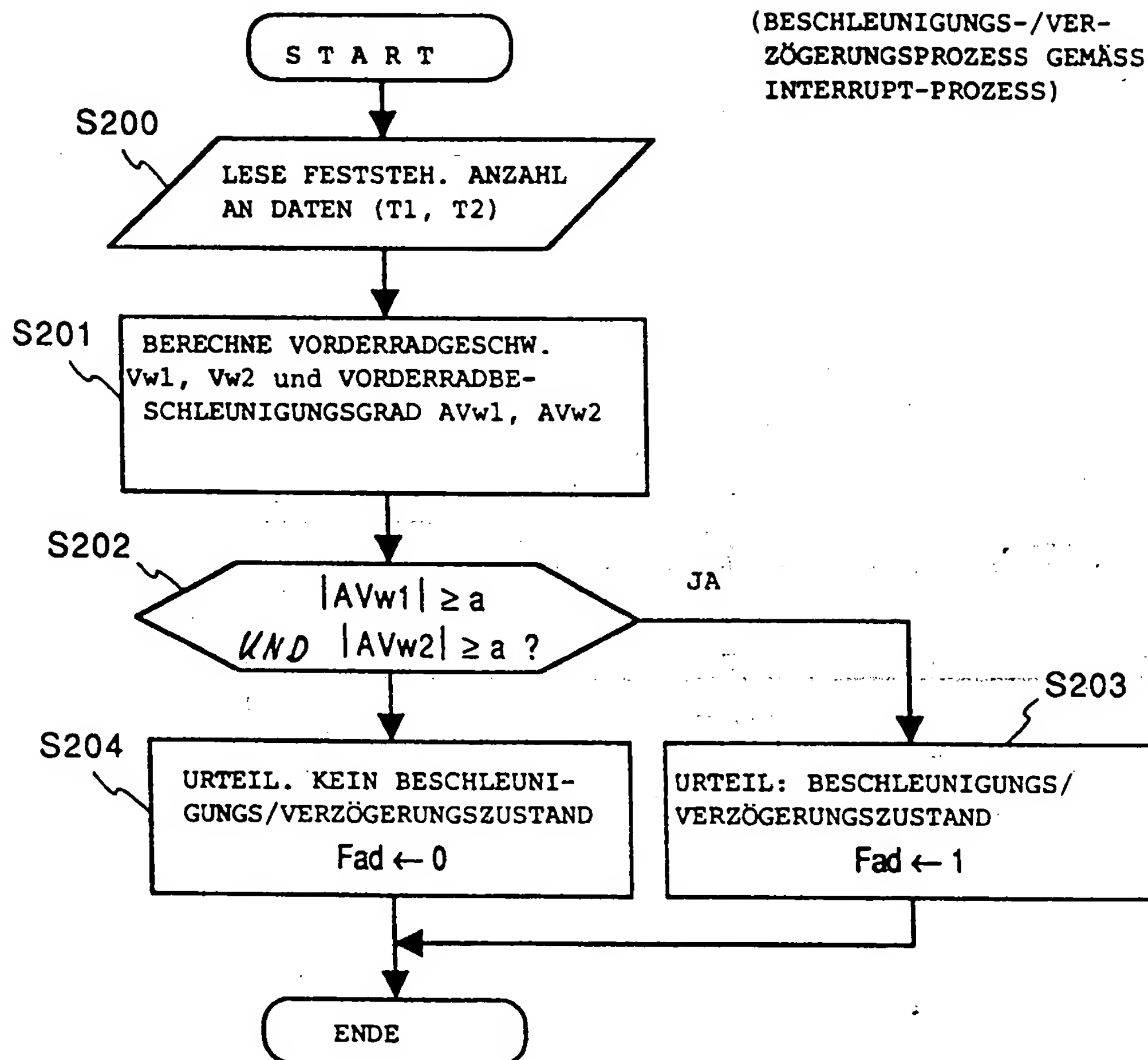


FIG. 17



# FIG. 18





## FIG. 19

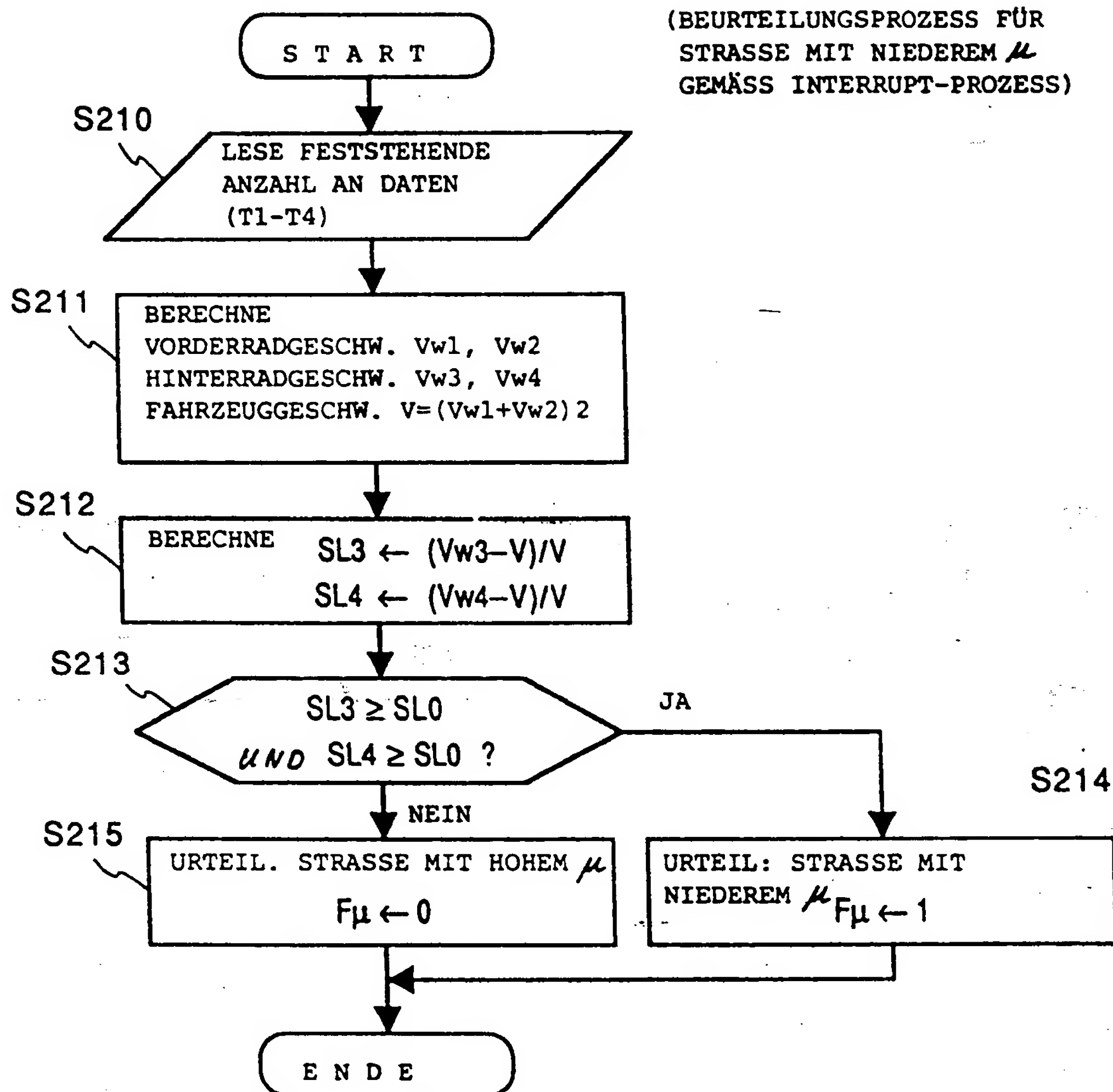
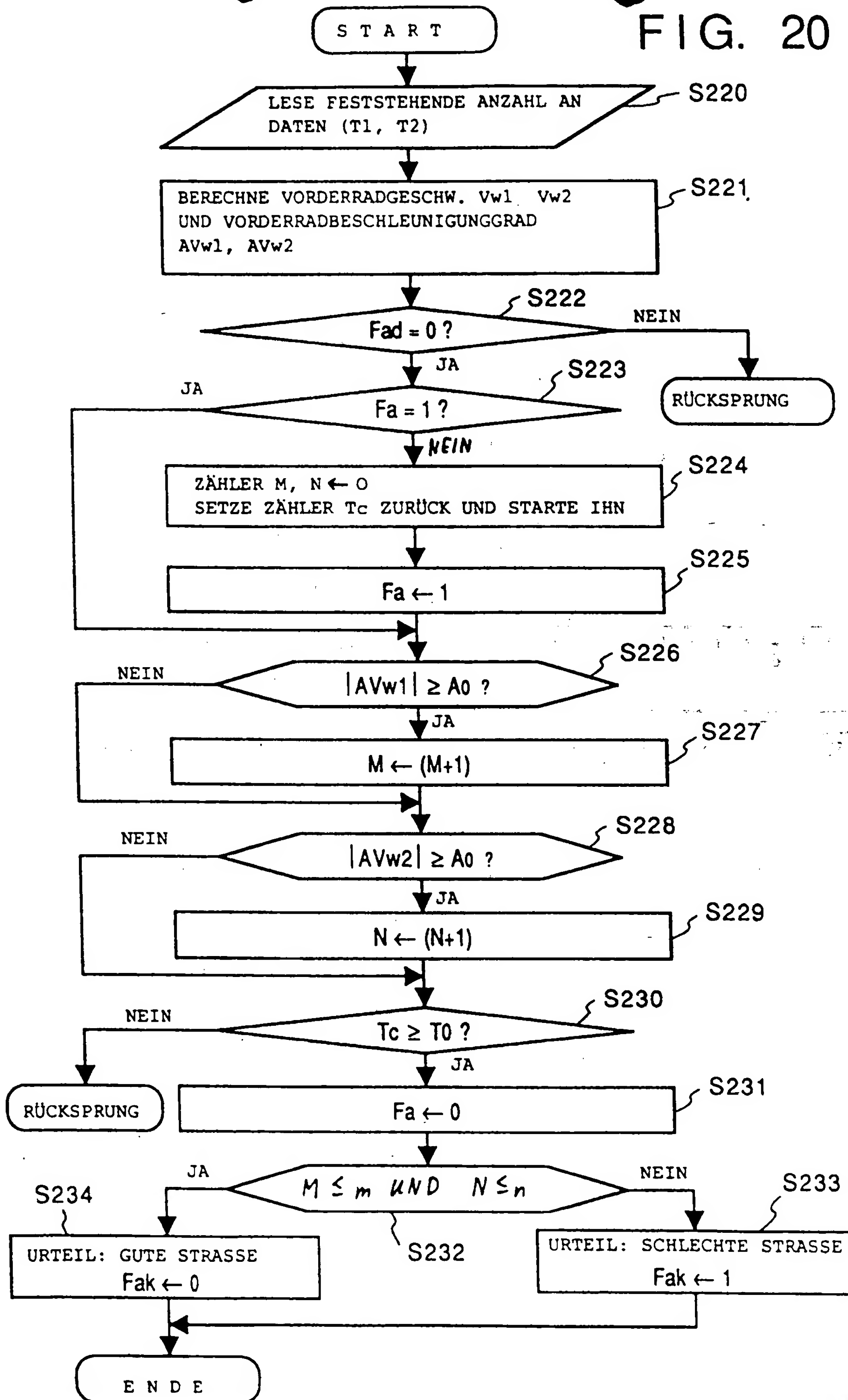


FIG. 20



# FIG. 21

(PROZESS ZUM EINSTELLEN  
DES ANFANGSWERTS)

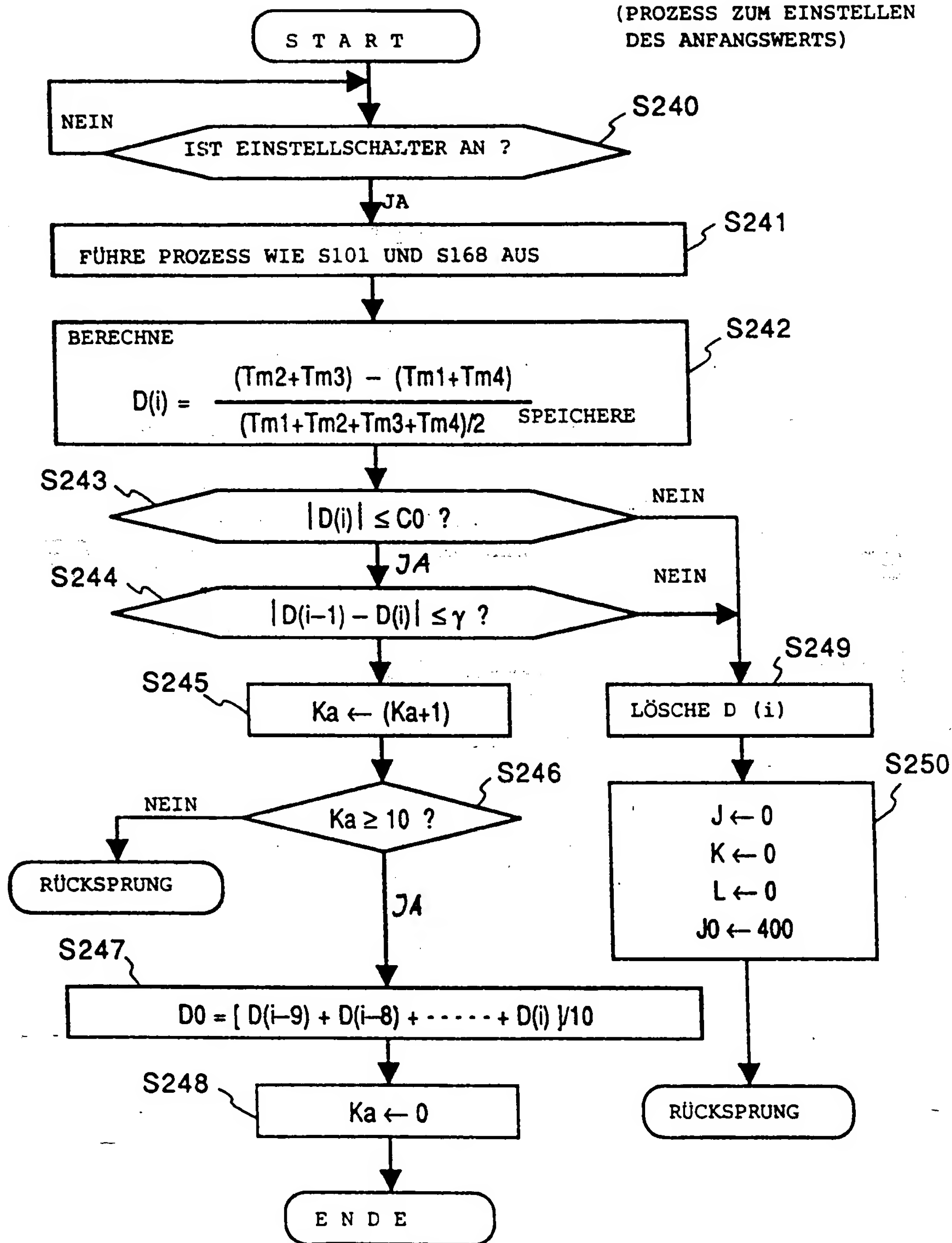




FIG. 22

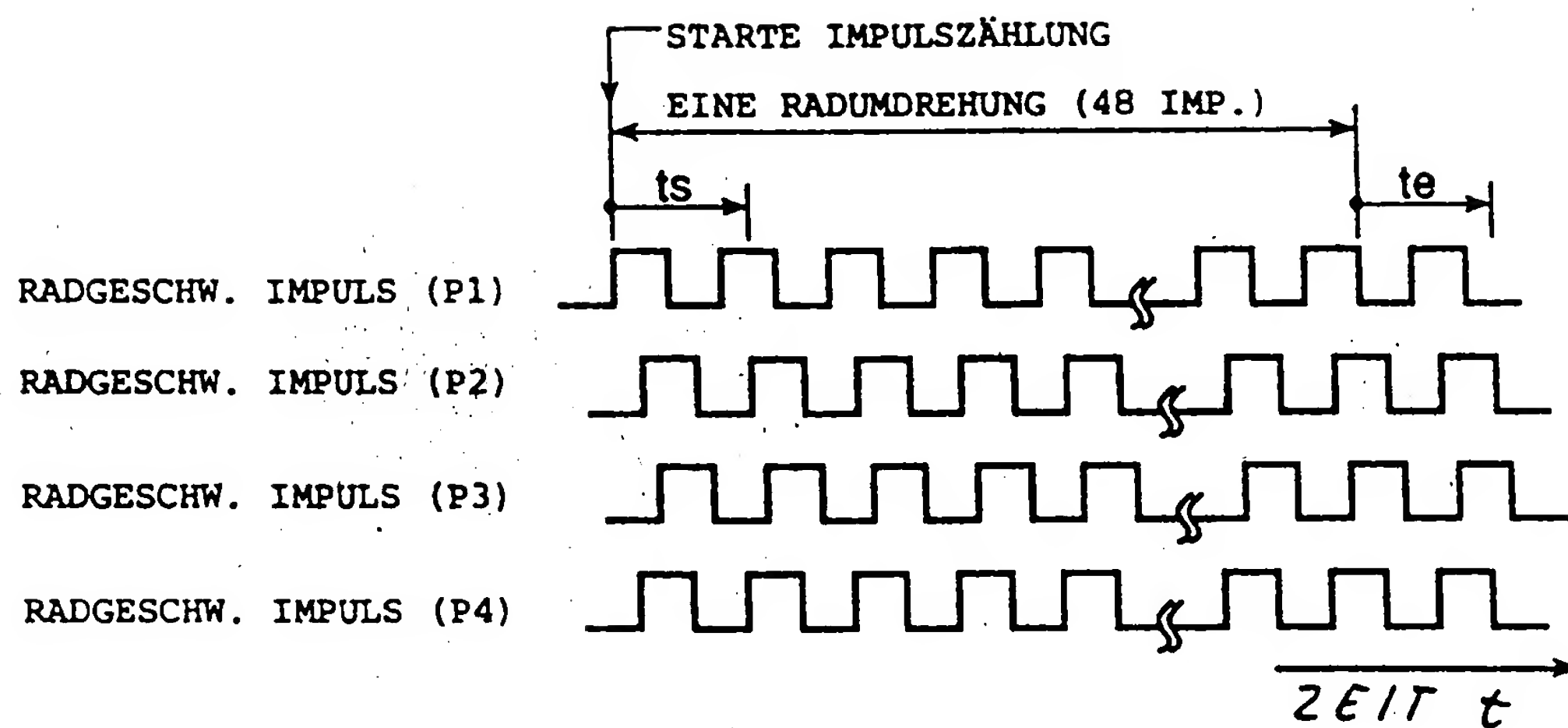
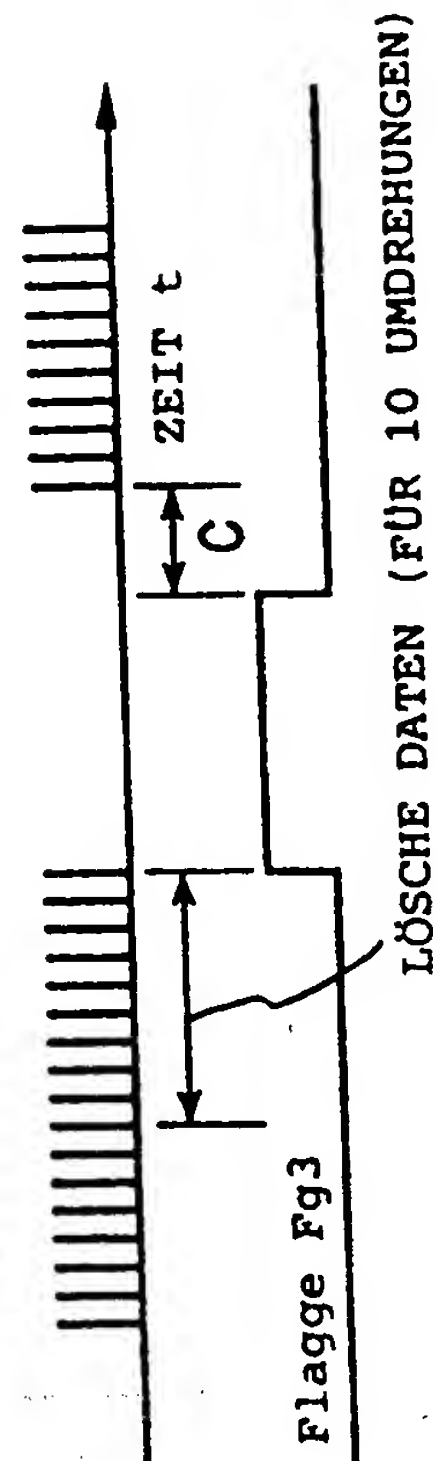
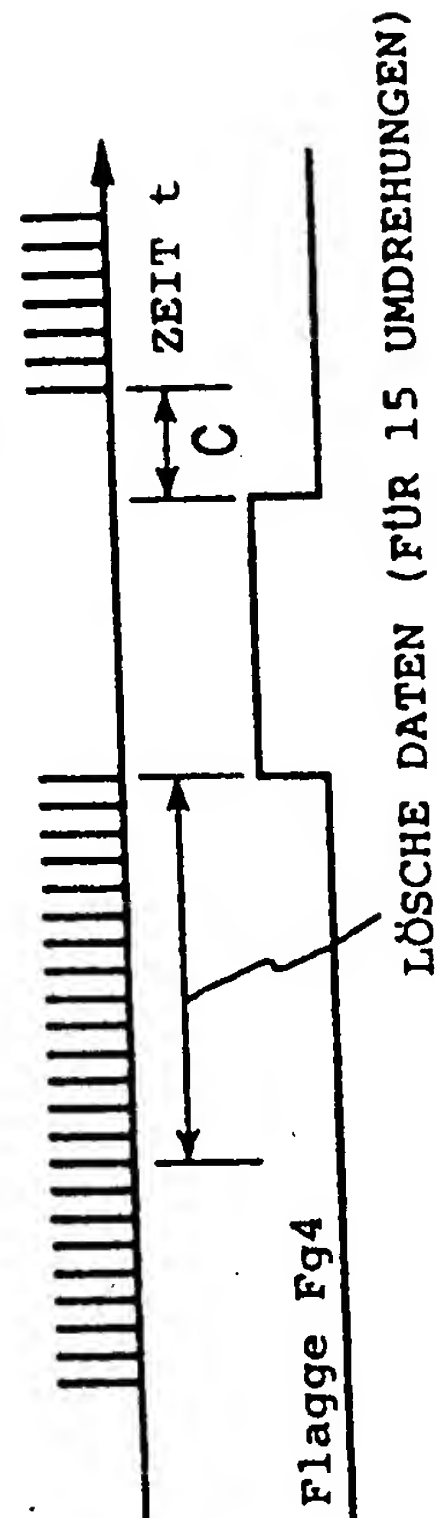


FIG. 23



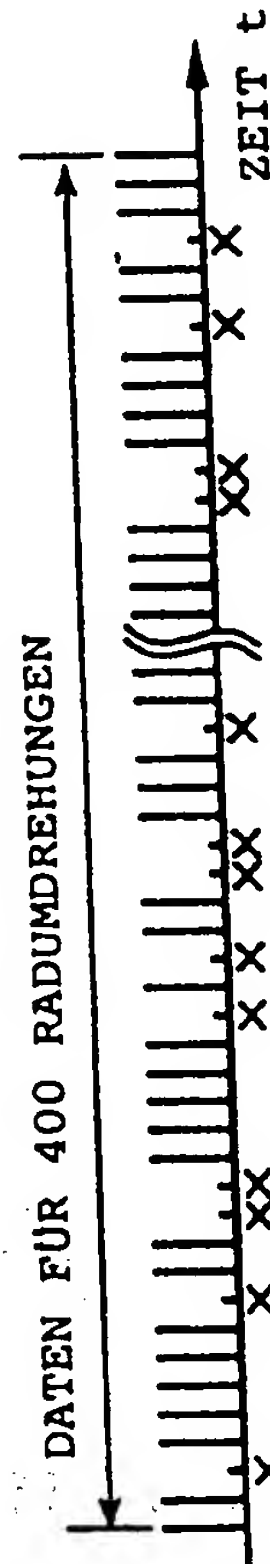
ZEITSTEUERUNG ZUM ERMITTELN  
DER ZEITDATEN FÜR EINE  
RADUMDREHUNG  
(DREHZAH, BESCHLEUNIGUNG/  
VERZÖGERUNG, NIEDER.  $\mu$   
DER STRASSE)

FIG. 24



ZEITSTEUERUNG ZUM ERMITTELN  
DER ZEITDATEN FÜR EINE  
RADUMDREHUNG  
(SCHLECHTE STRASSE)

FIG. 25



ZEITSTEUERUNG ZUR ZEIT-  
ERMITTLUNG FÜR EINE  
RADUMDREHUNG

FIG. 26

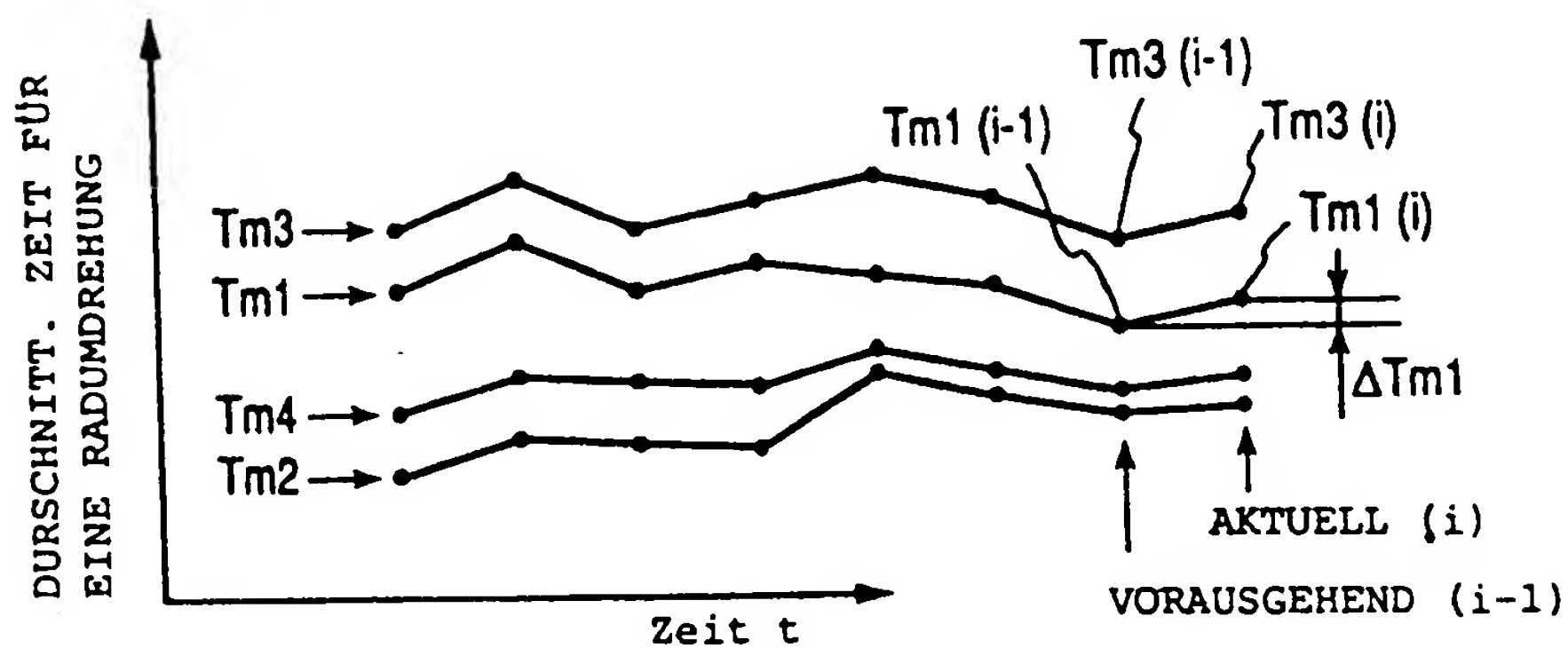


FIG. 27

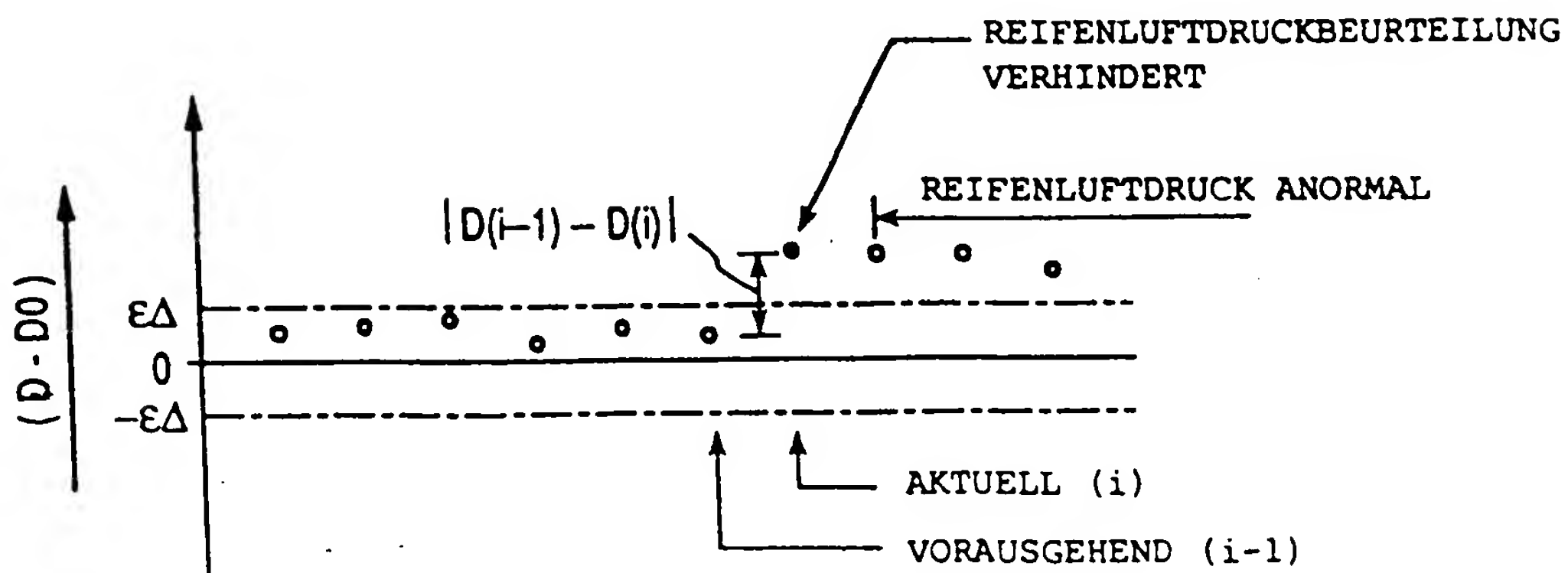




FIG. 28

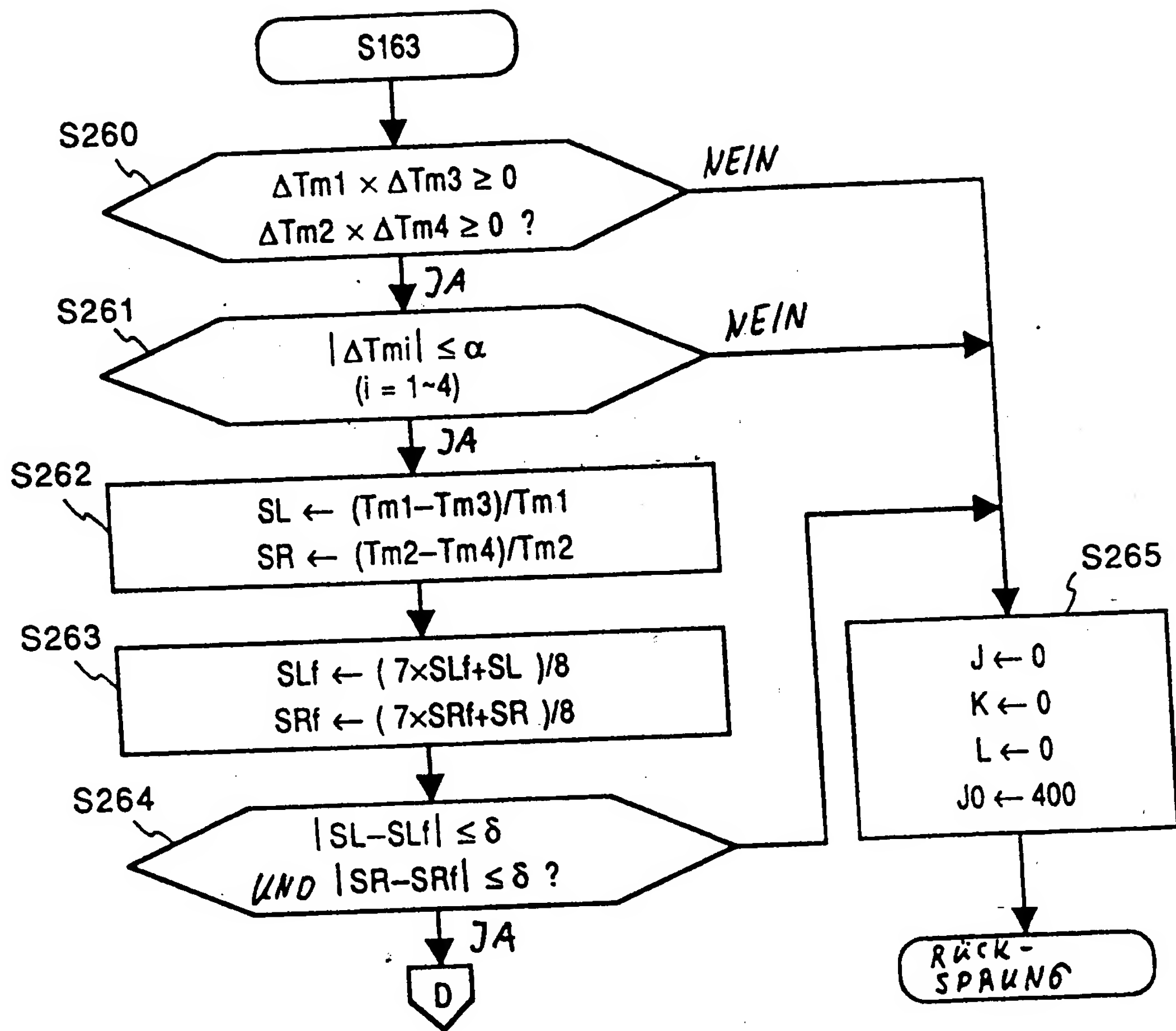


FIG. 29

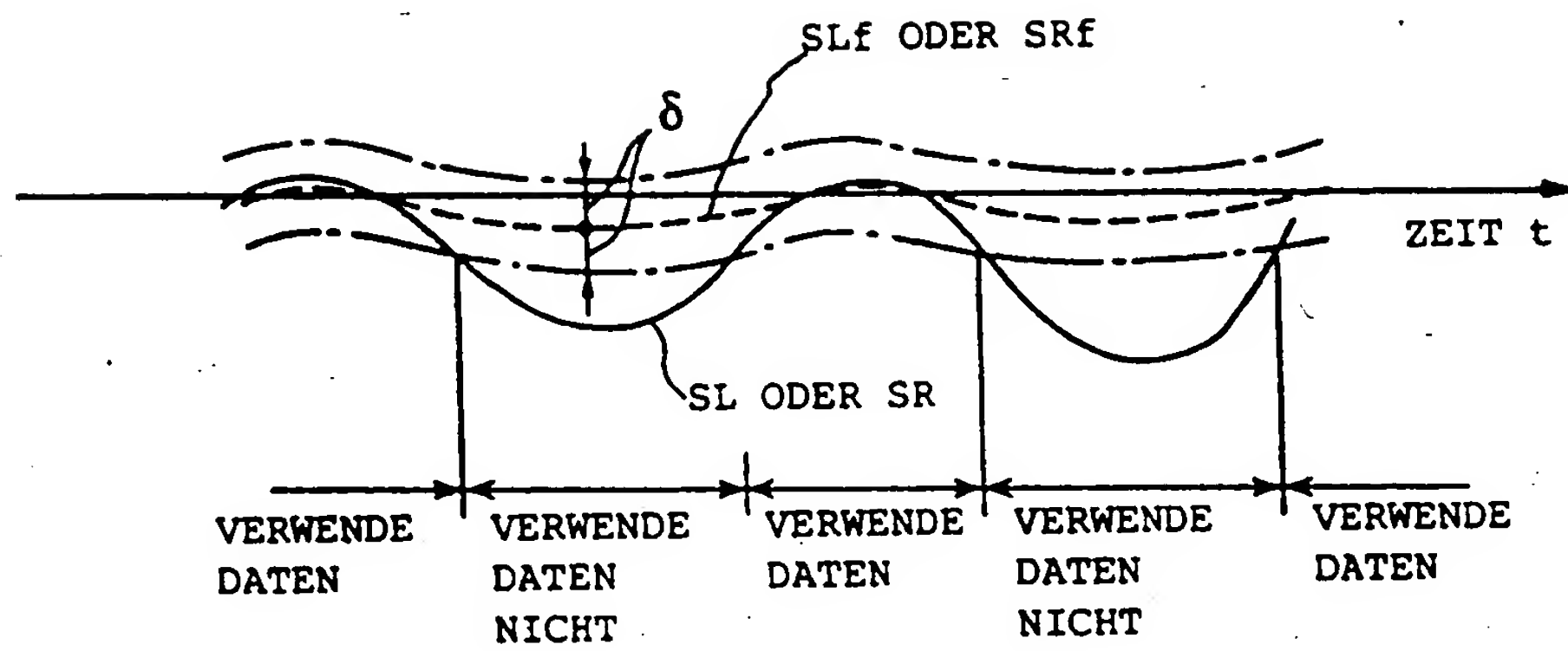


FIG. 30

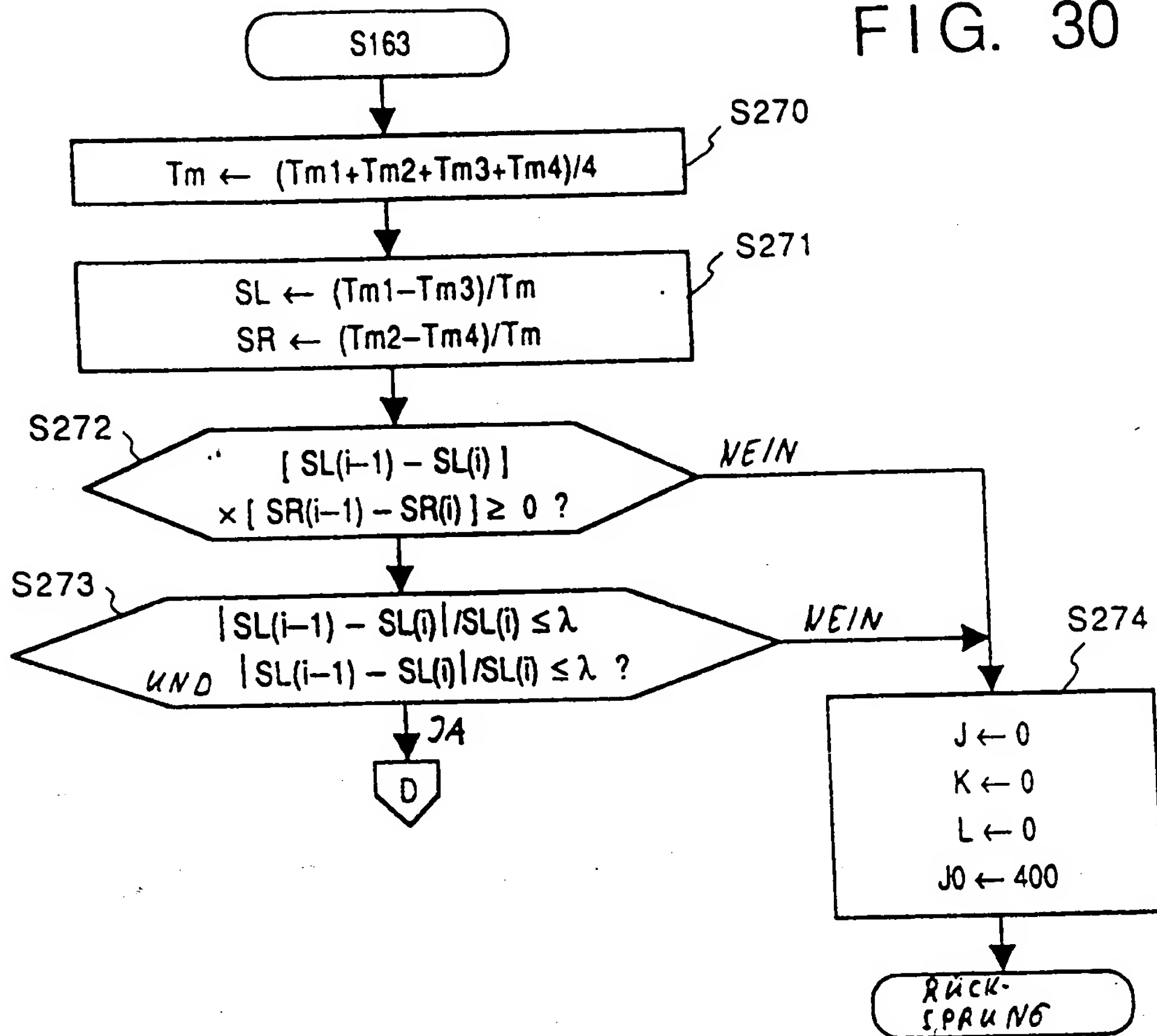


FIG. 31

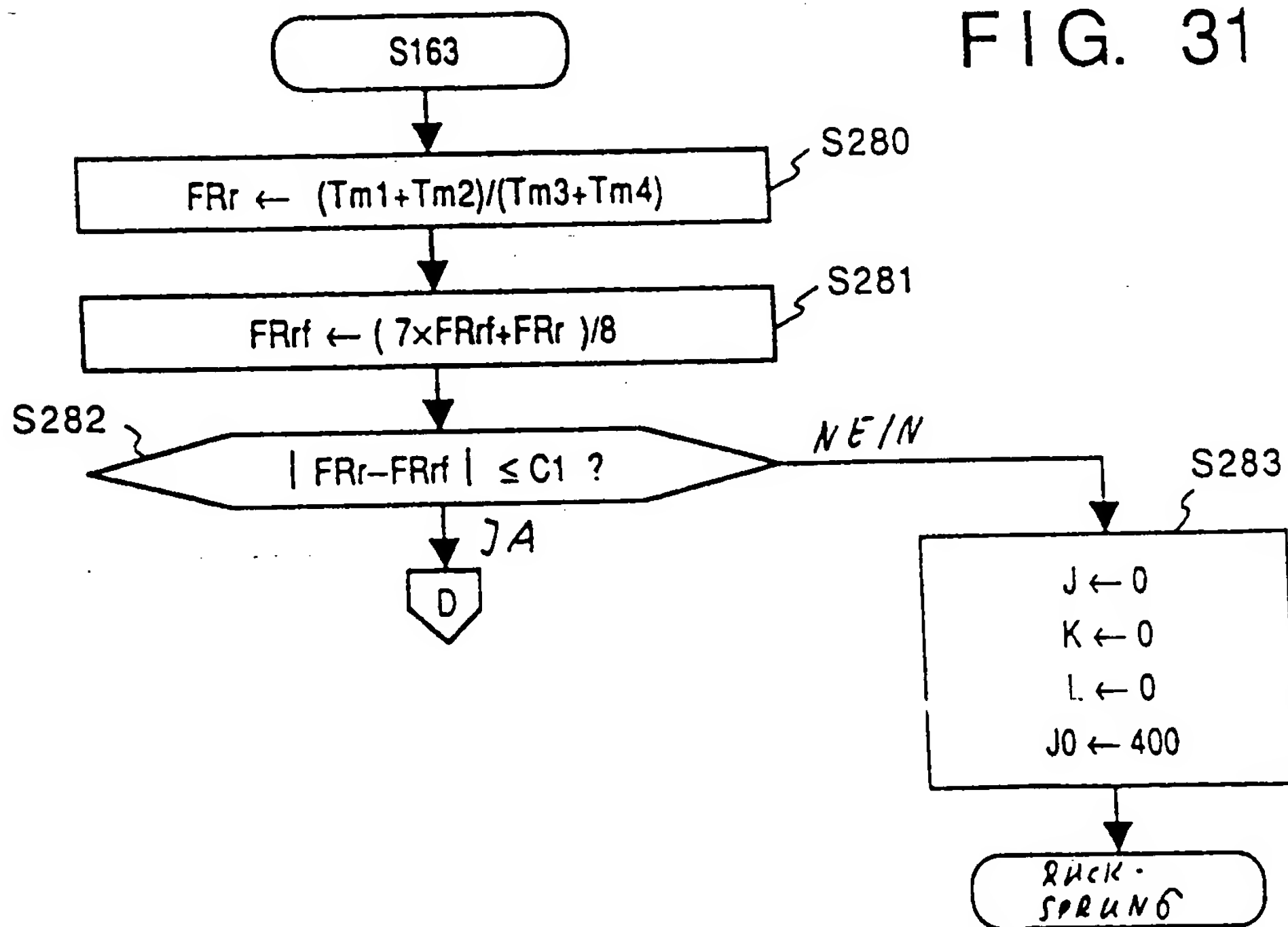




FIG. 32

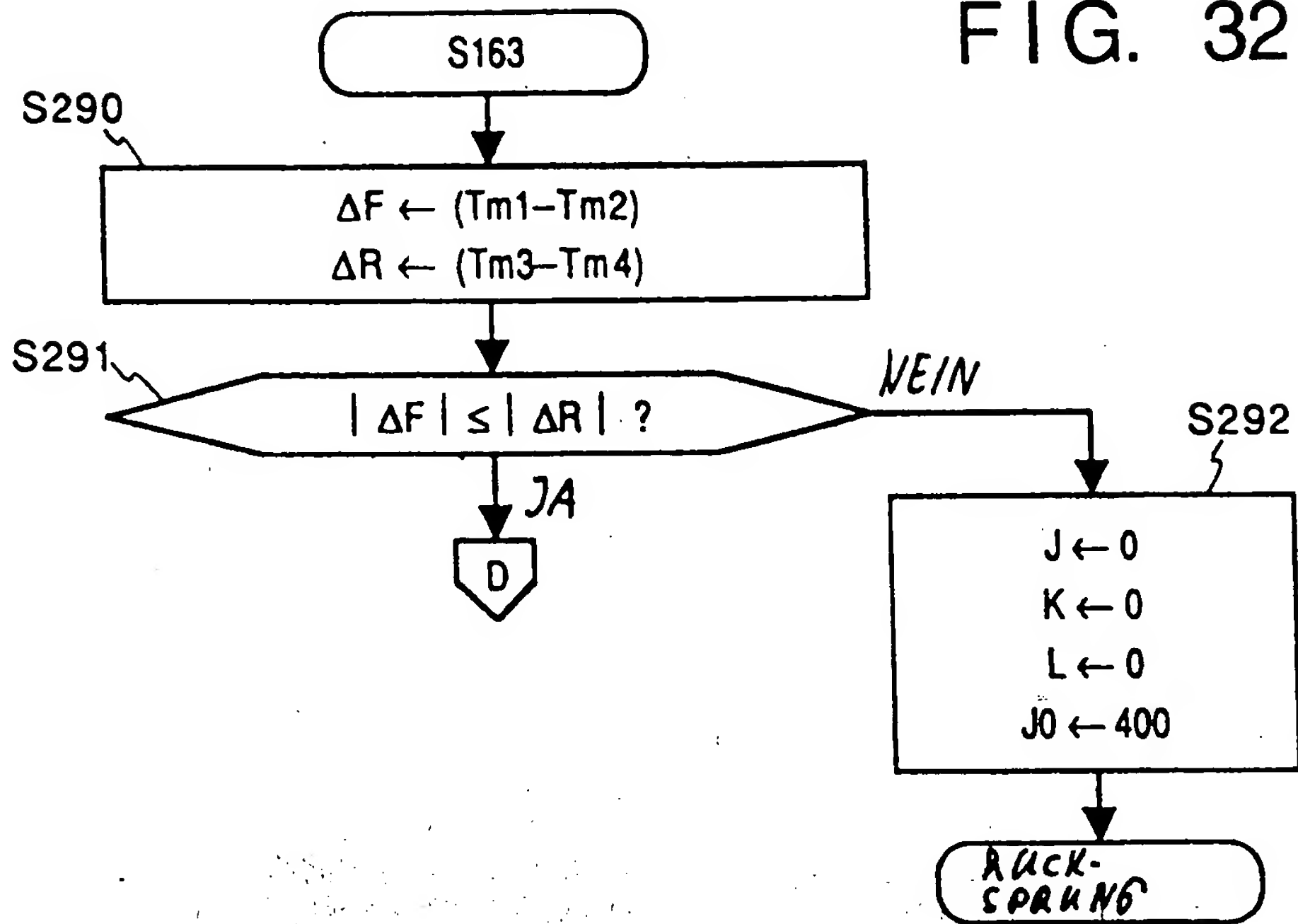


FIG. 33

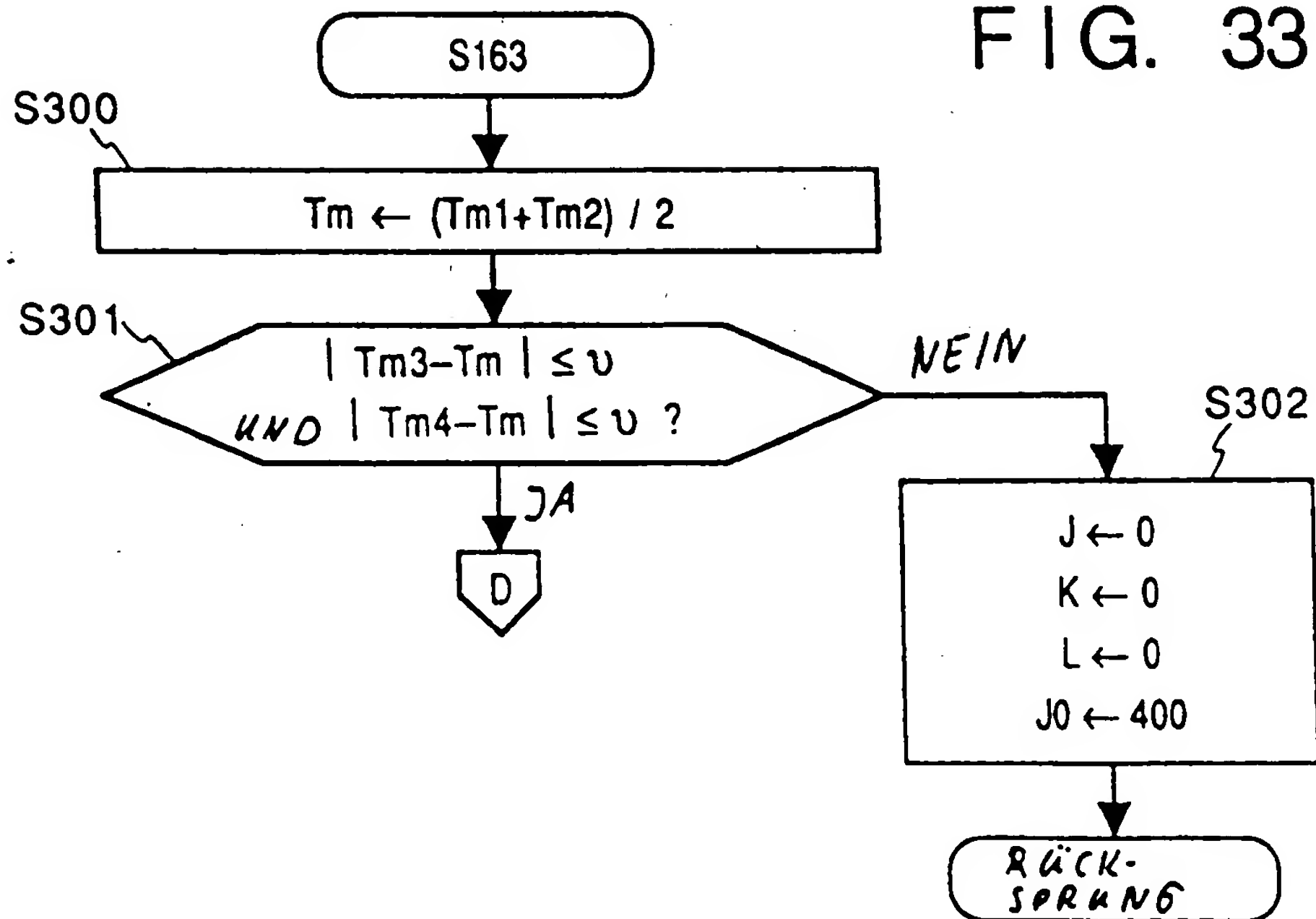


FIG. 34

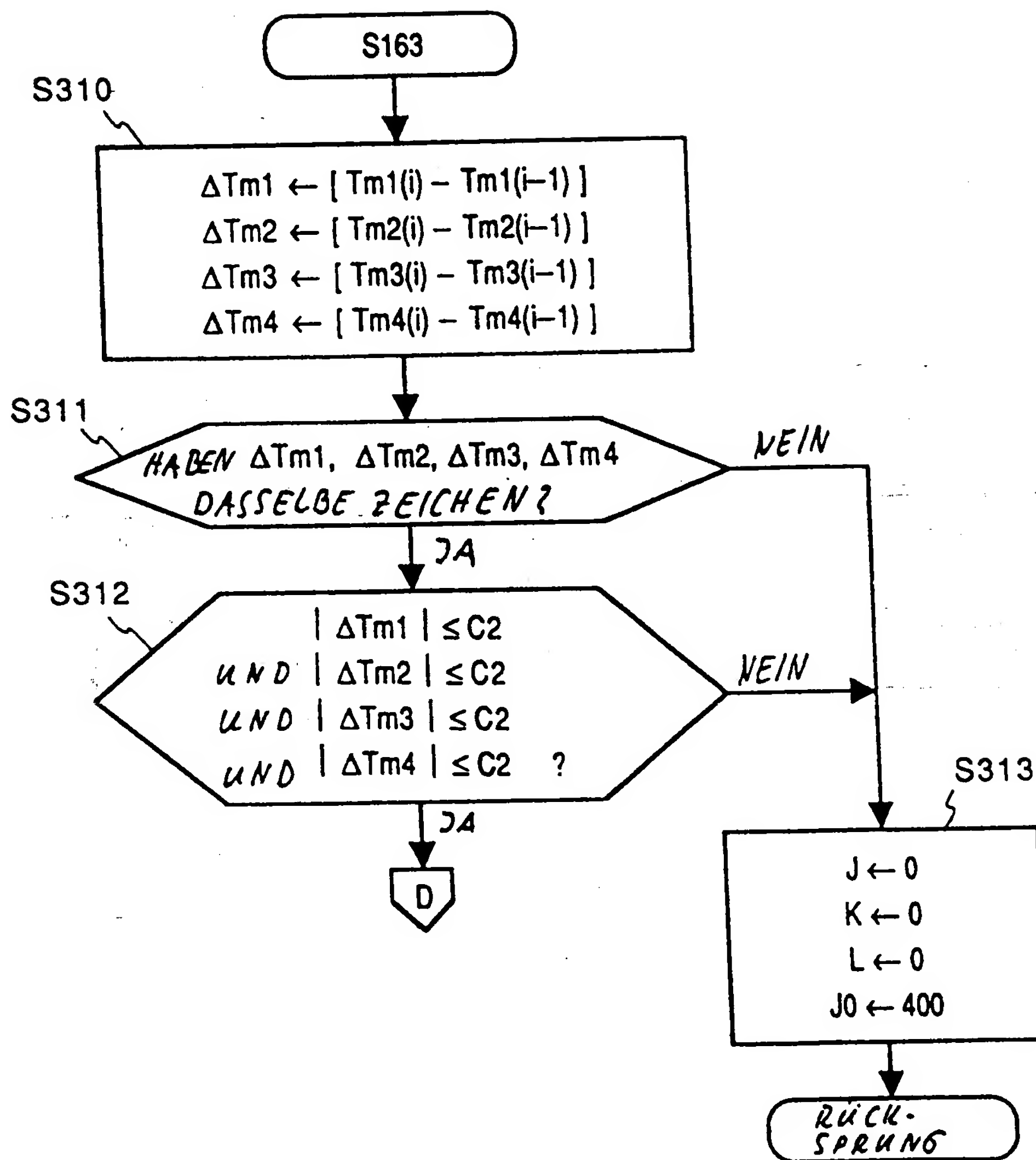


FIG. 35

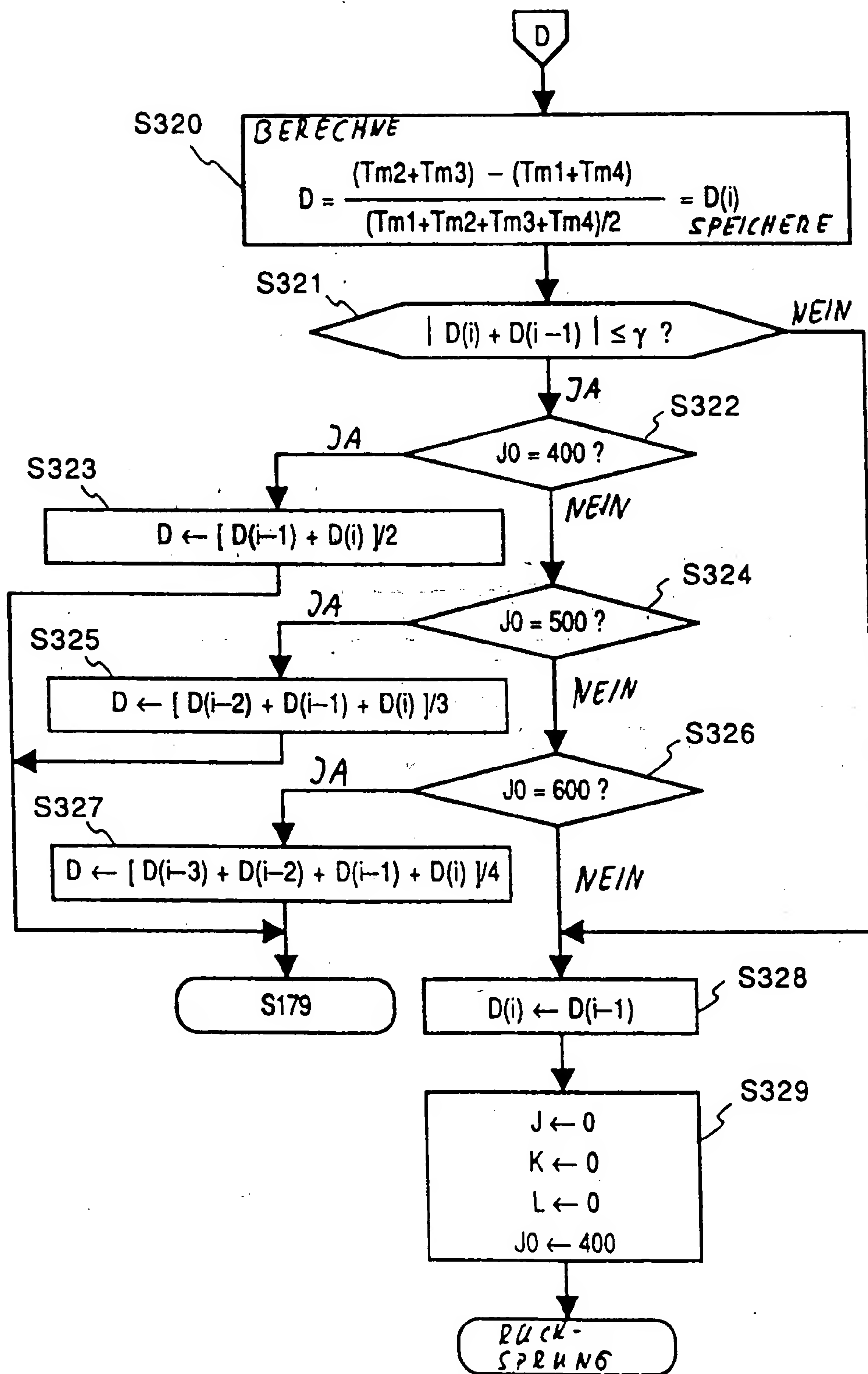
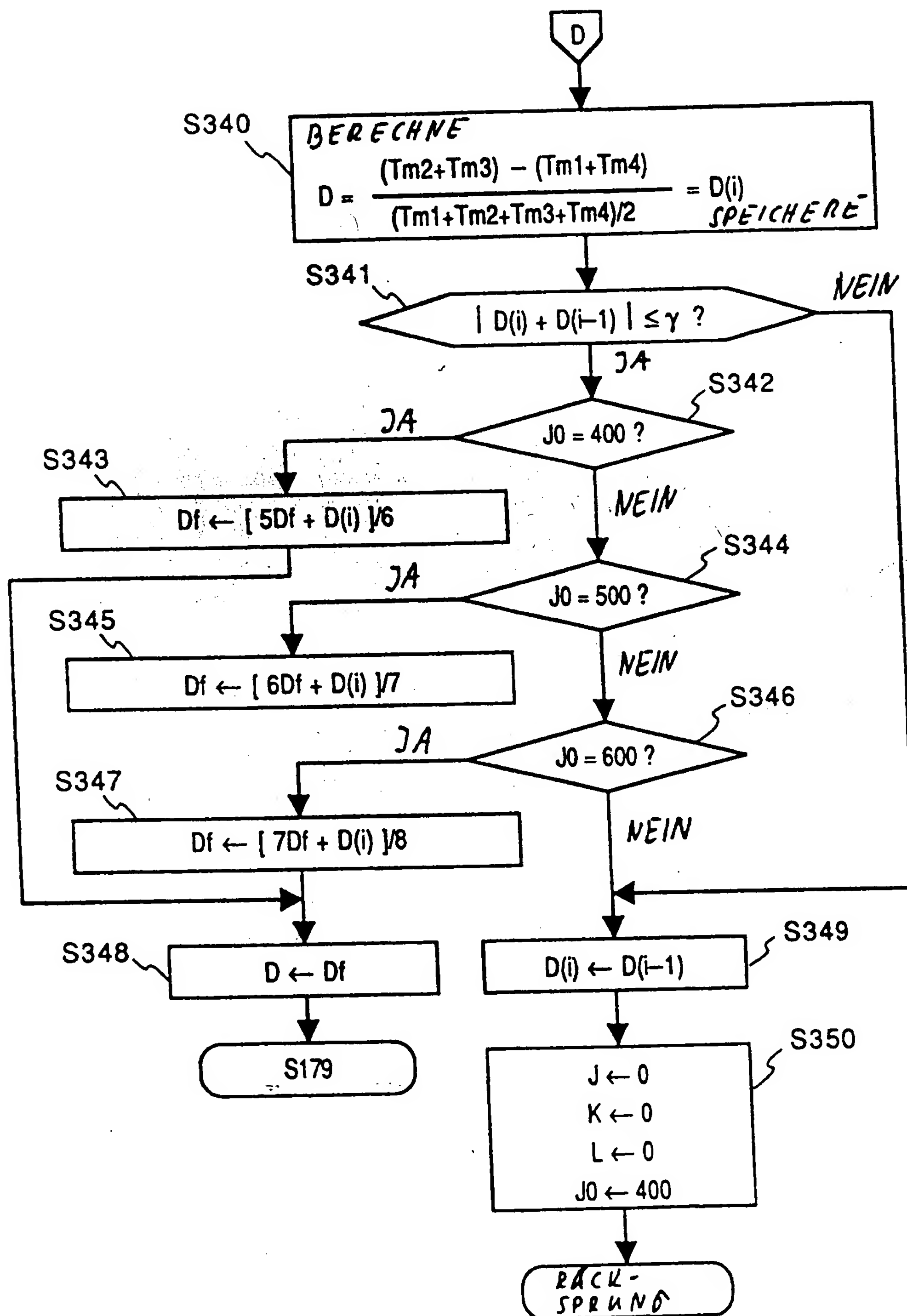


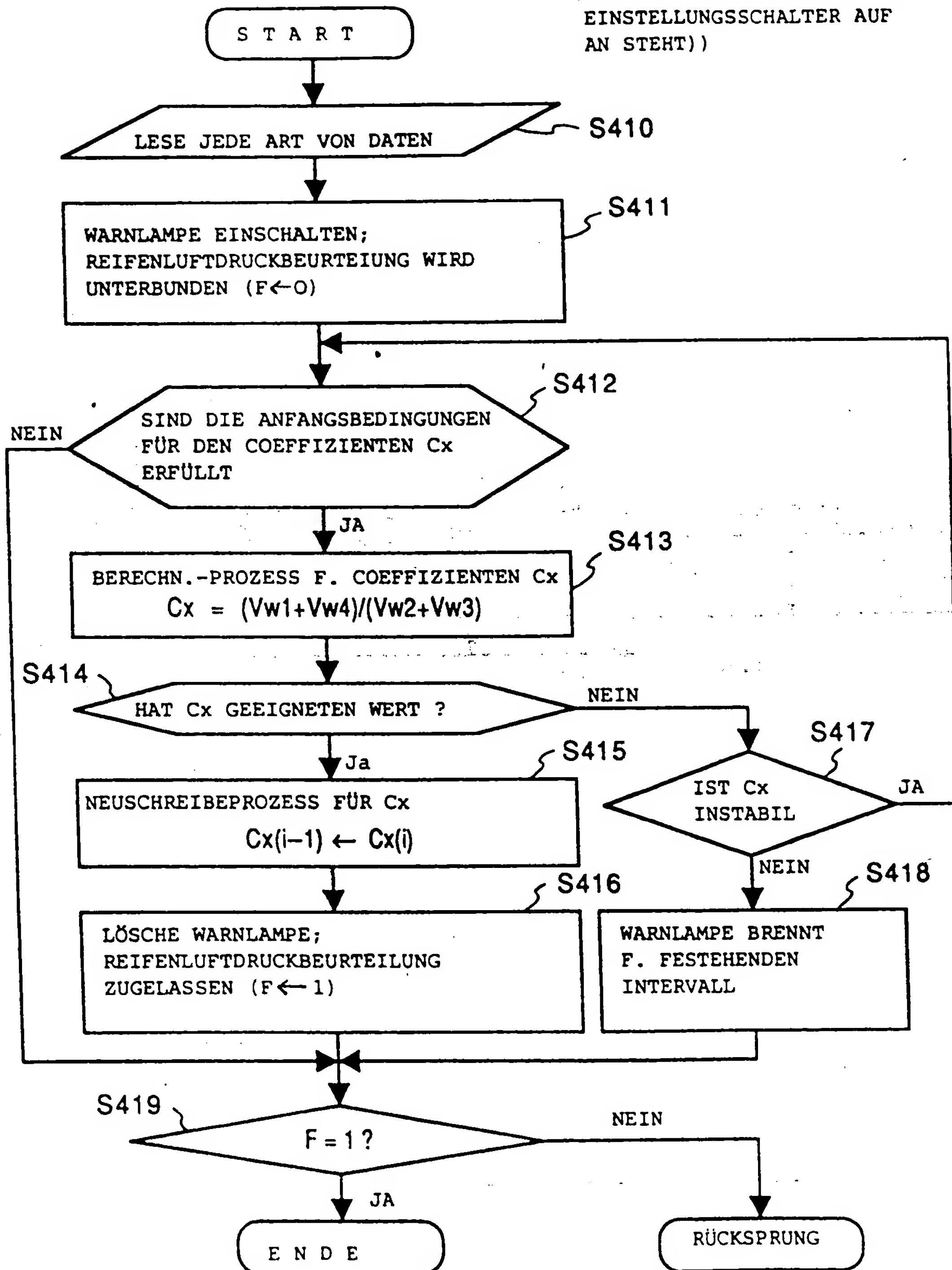


FIG. 36



## FIG. 37

(ANFANGSEINSTELLUNGSPROZESS  
FÜR DEN COEFFIZIENTEN Cx  
(BEGINNT, WENN DER ANFANGS-  
EINSTELLUNGSSCHALTER AUF  
AN STEHT))



# FIG. 38

(REIFENLUFTDRUCK-  
BEURTEILUNGSPROZESS)

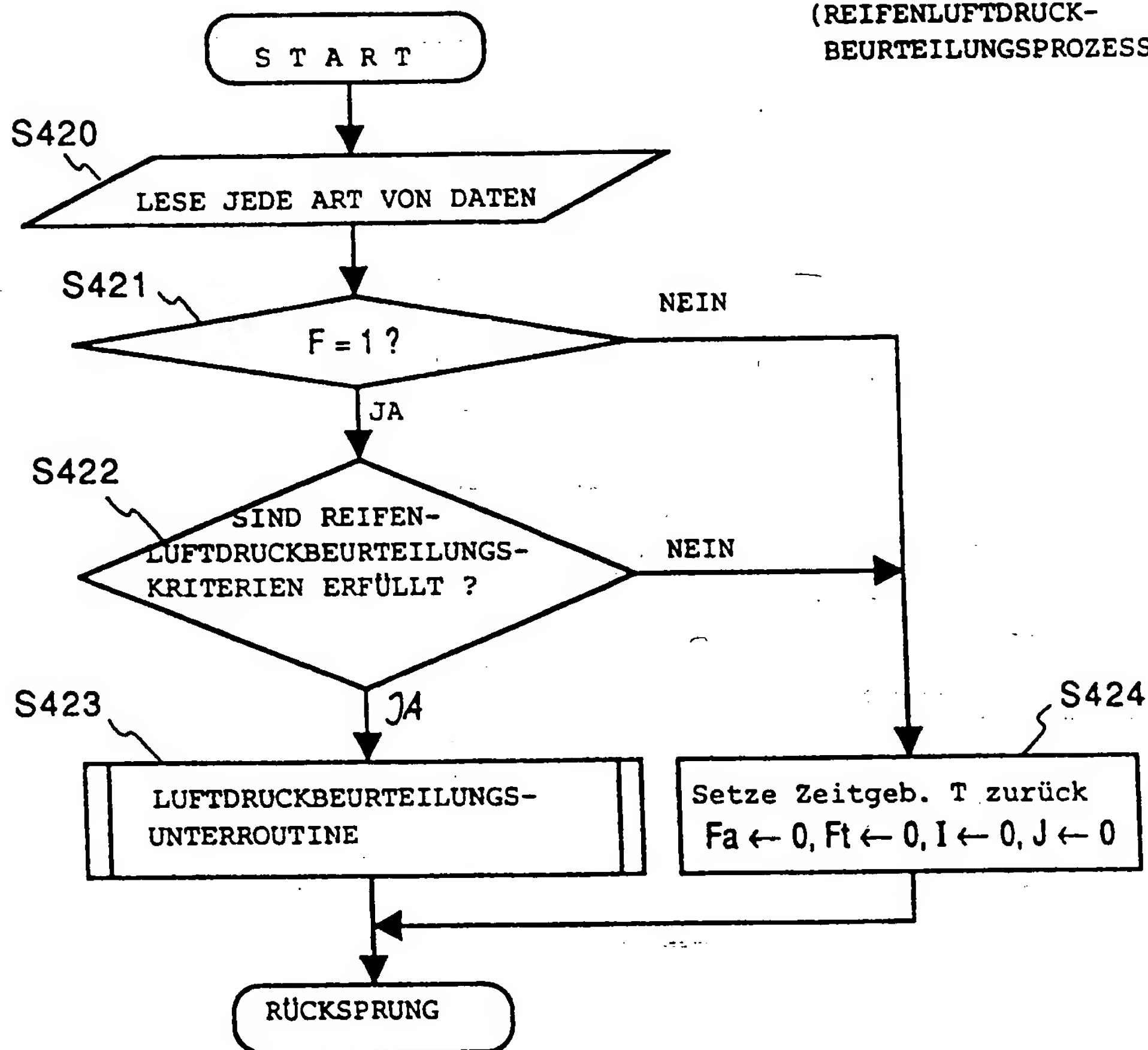
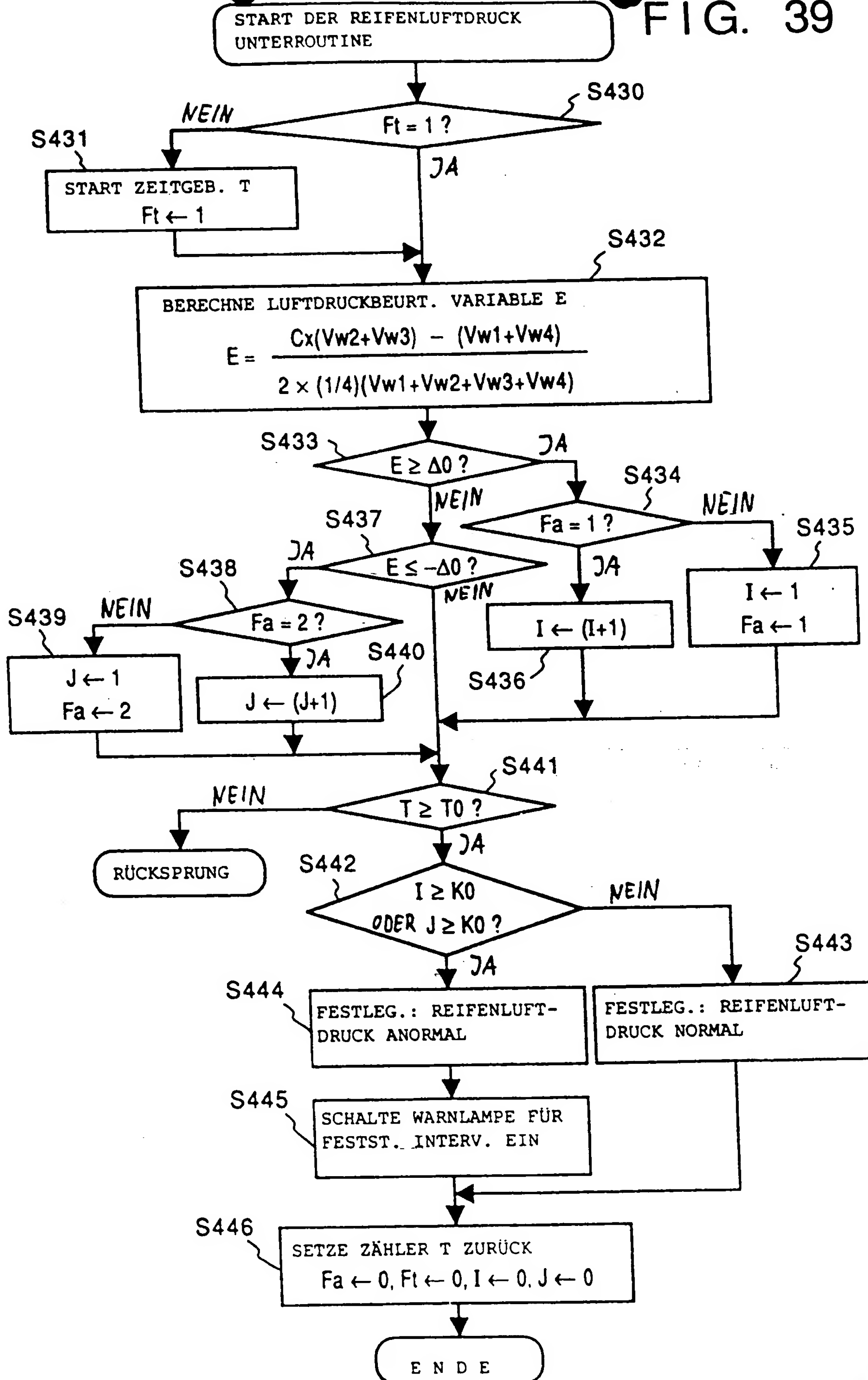




FIG. 39



# FIG. 40

(BERECHNUNGSPROZESS FÜR  
INDEX "SCHLECHTE  
STRASSE" (FLAGGE Fak)

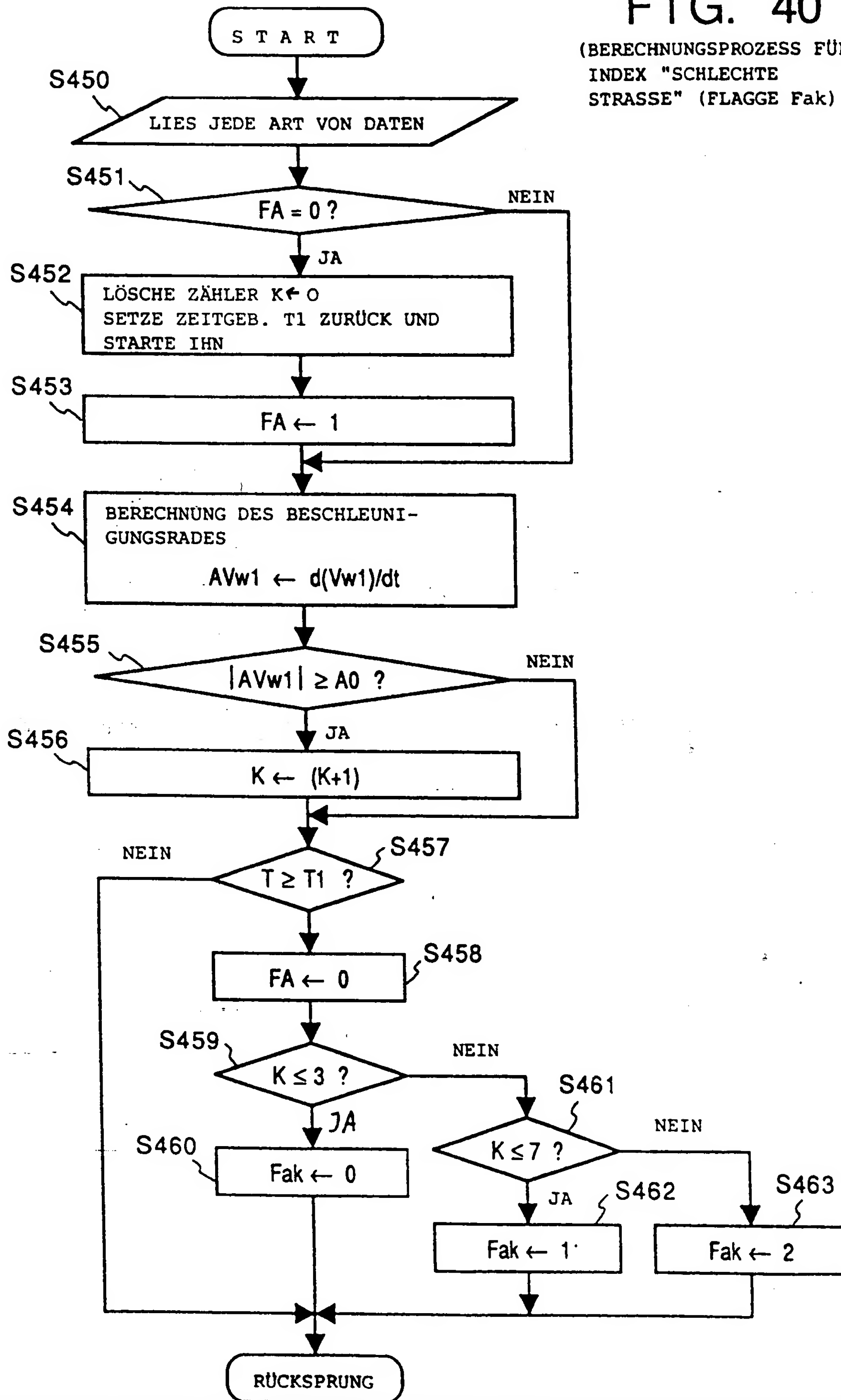


FIG. 41

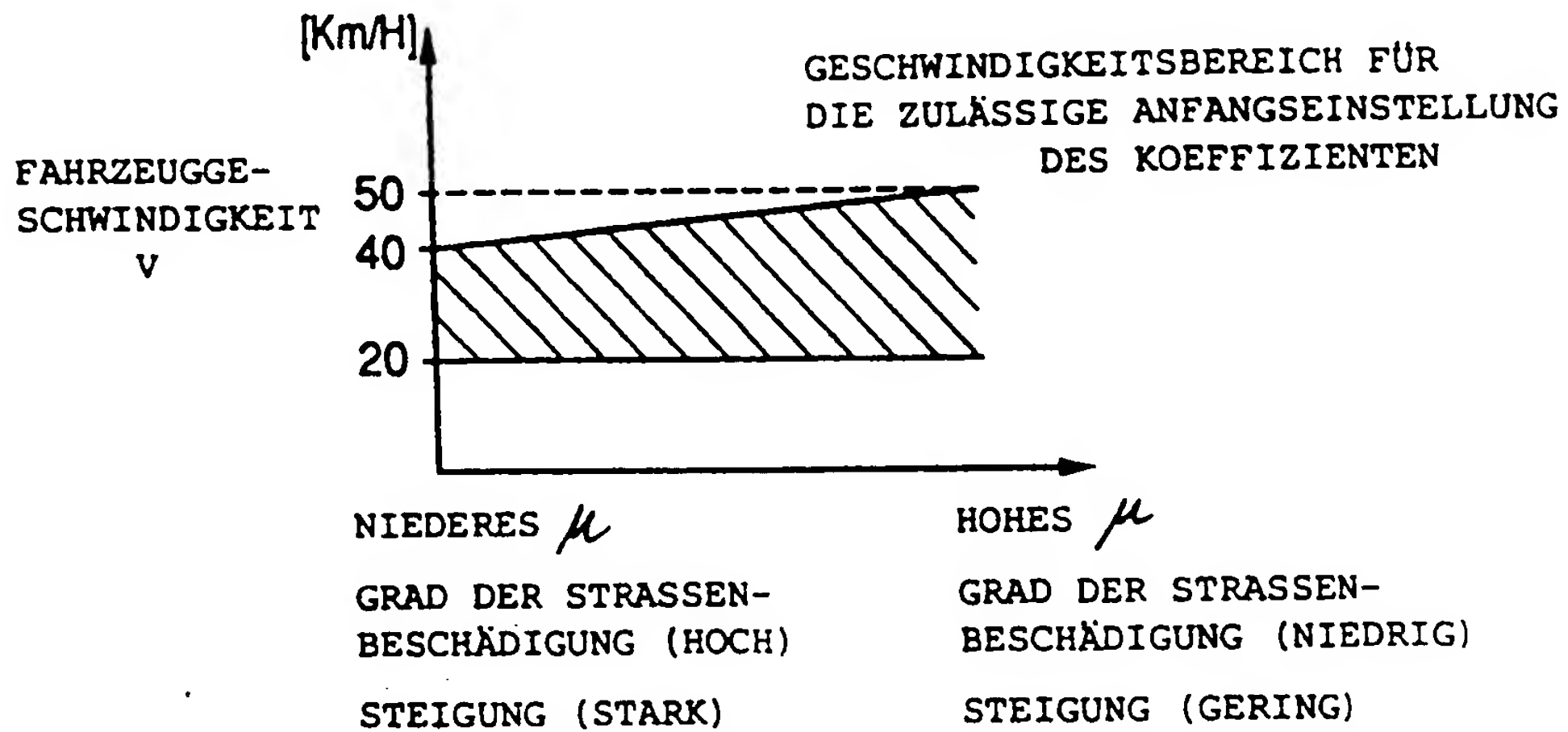
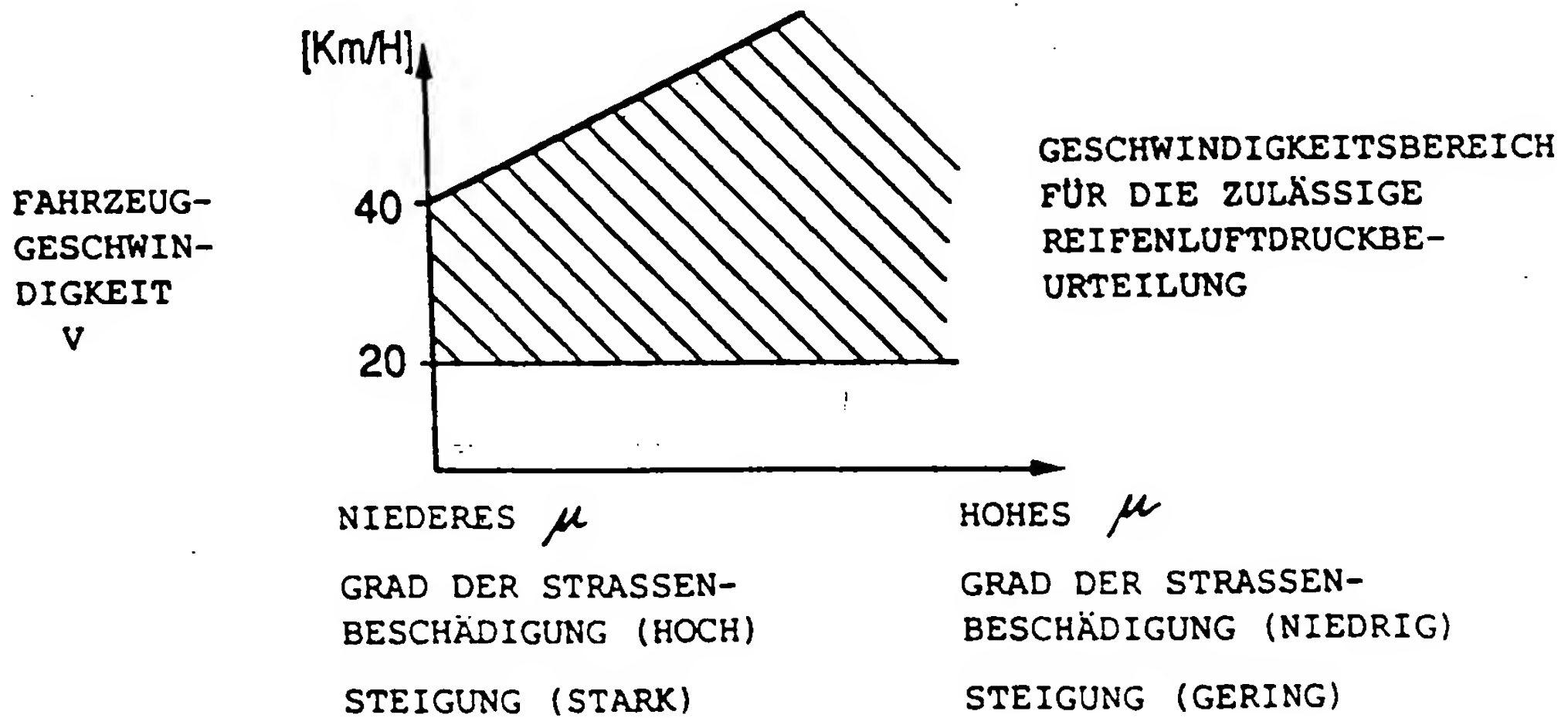


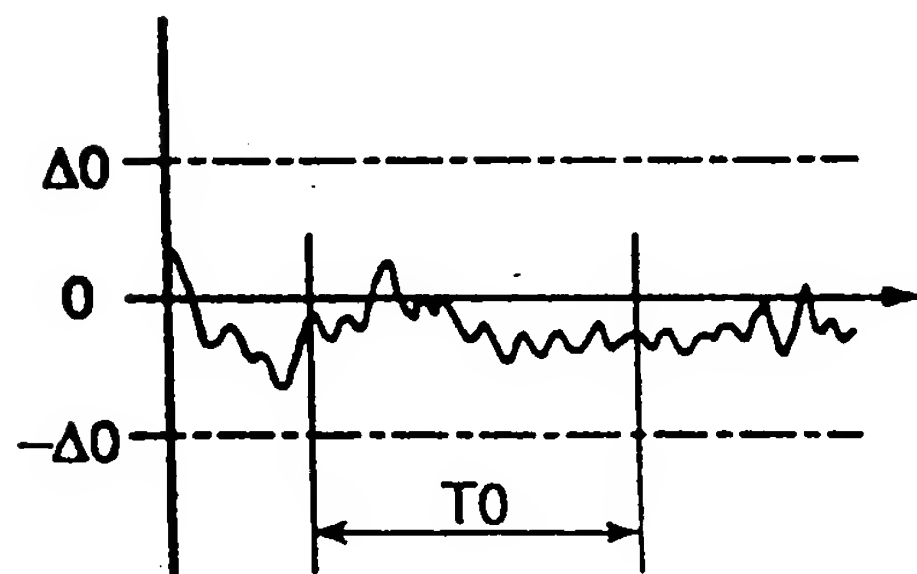
FIG. 42





## FIG. 43

VERHALTEN DER LUFTDRUCKBEURTEILUNGS-  
VARIABLEN E BEI NORMALEM REIFENDRUCK



## FIG. 44

VERHALTEN DER LUFTDRUCKBEURTEILUNGS-  
VARIABLEN E BEI NORMALEM REIFENDRUCK

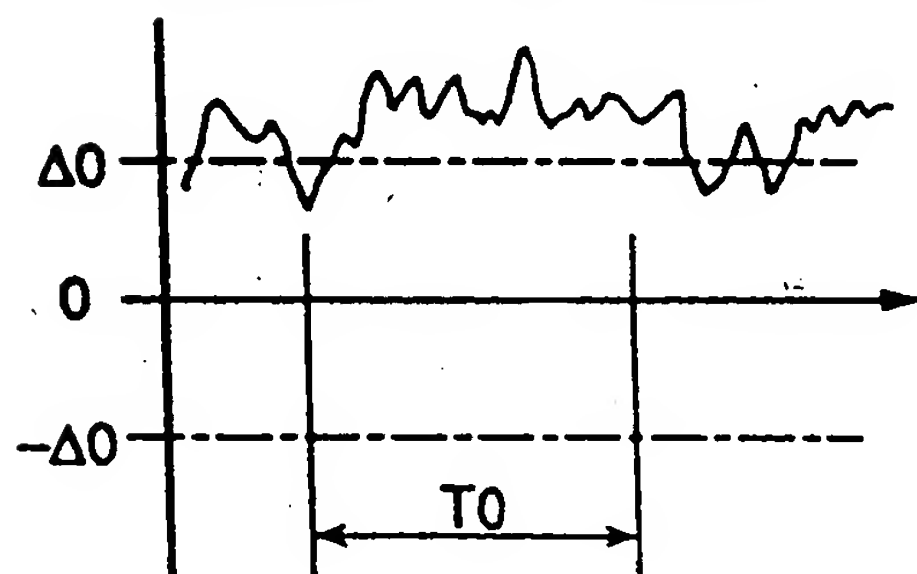
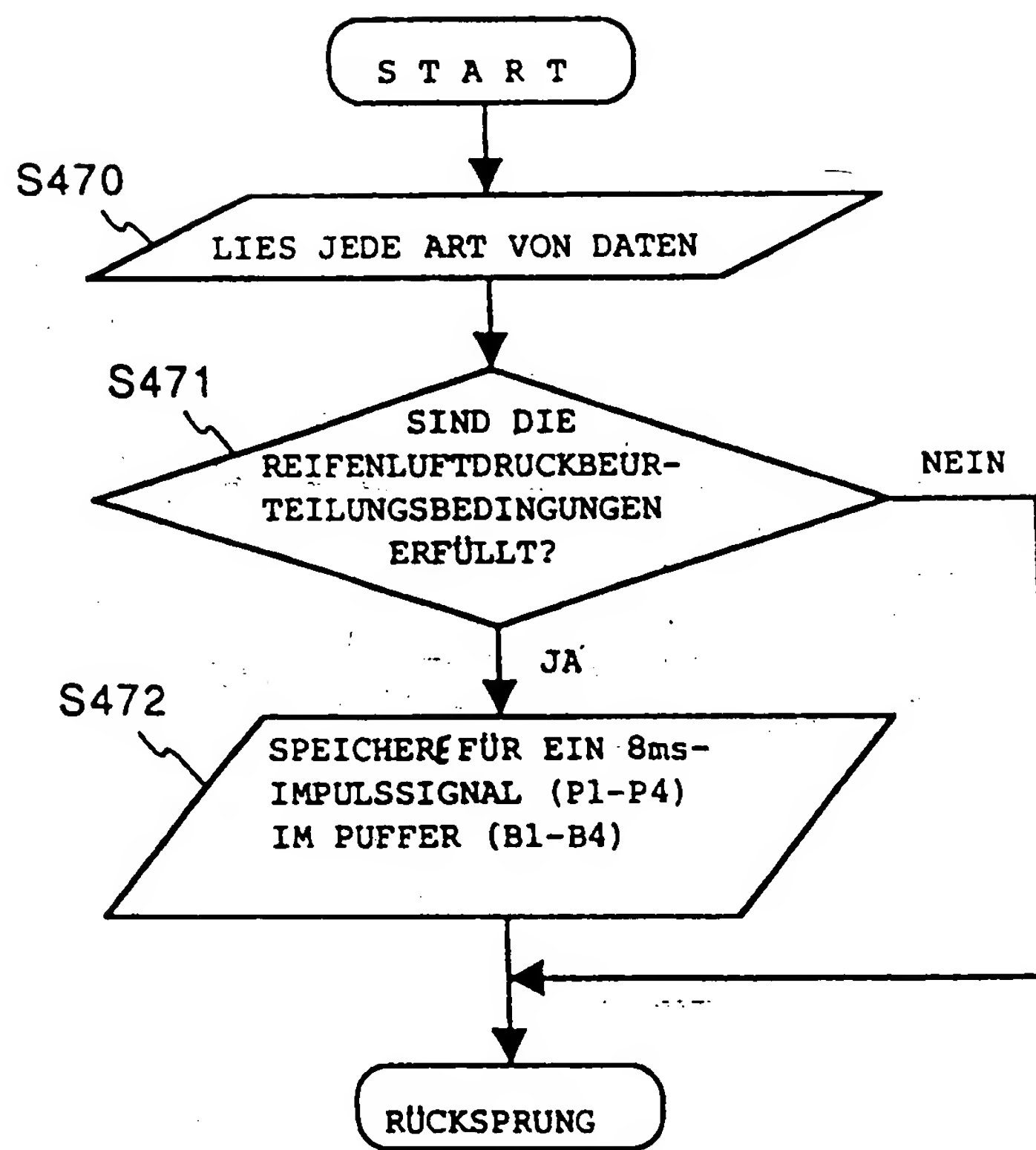


FIG. 45



## FIG. 46

(PROZESS ZUR REIFENLUFTDRUCKBEURTEILUNG)

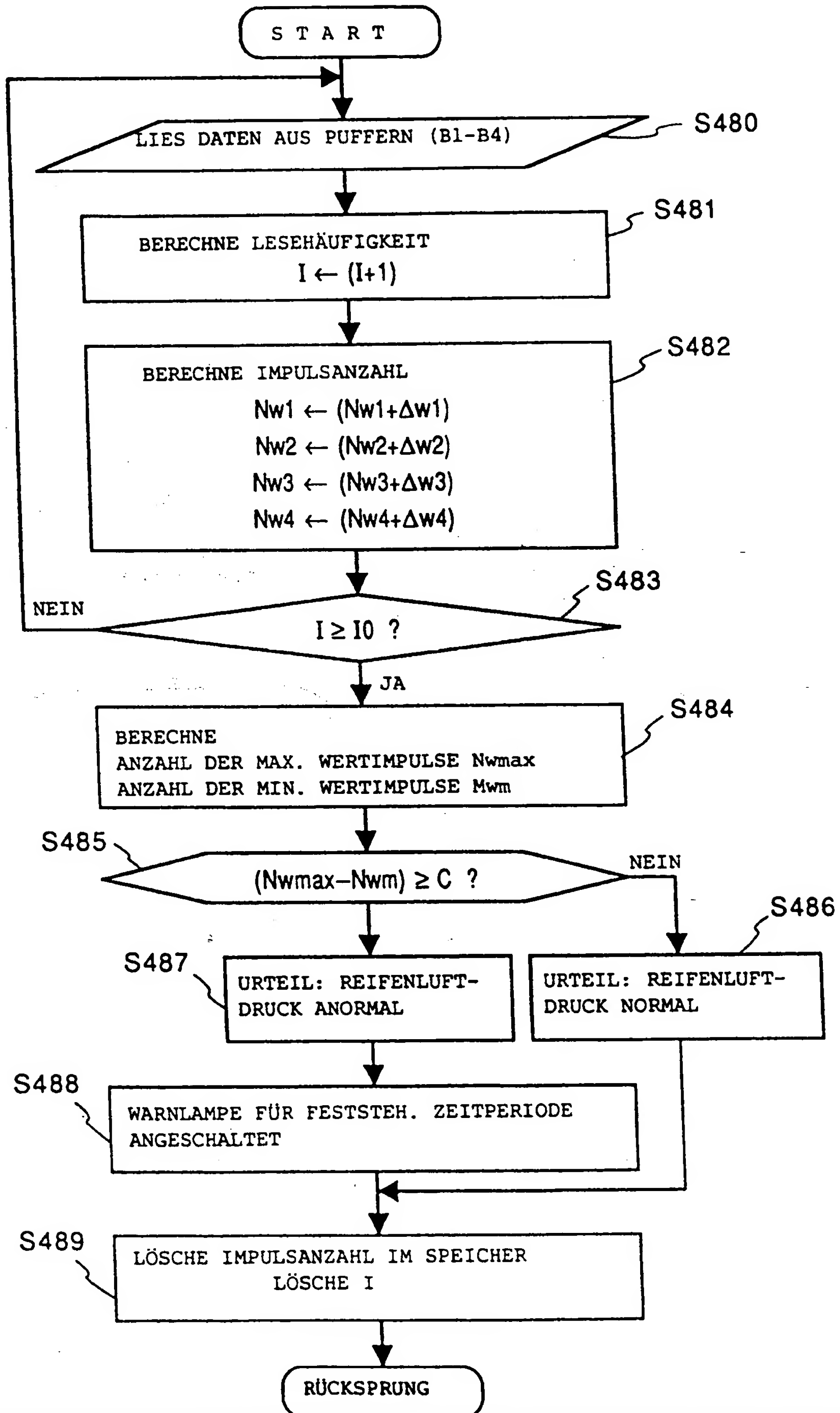




FIG. 47

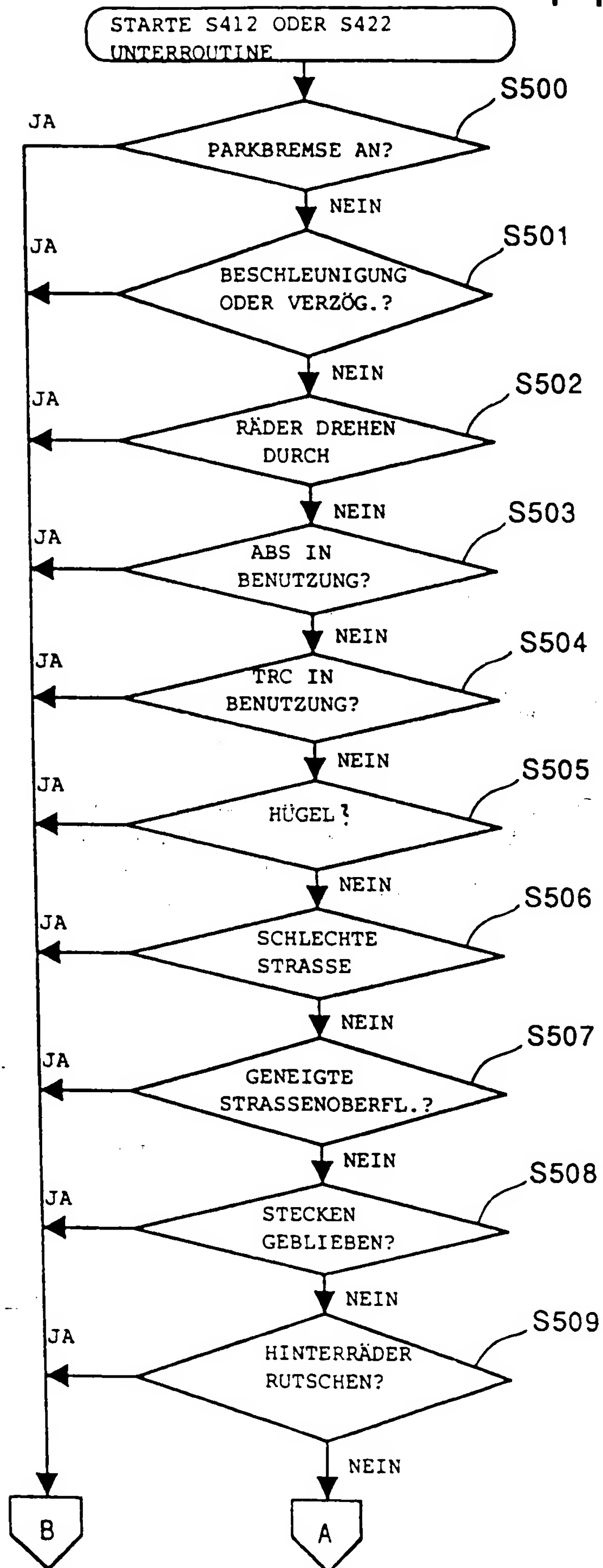


FIG. 48

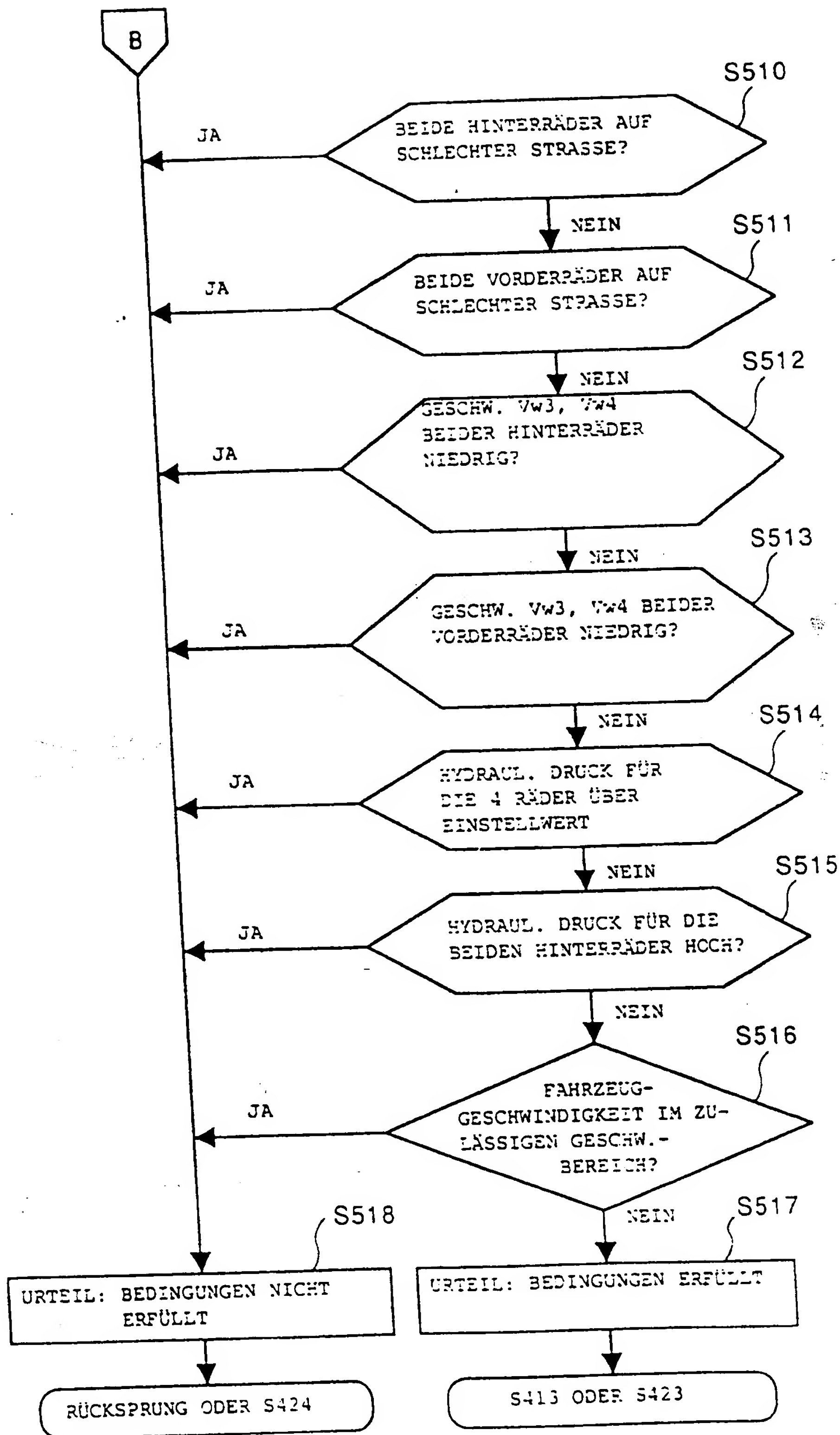


FIG. 49

PROZESS FÜR ANFANGS-  
EINSTELLUNG DES  
KOEFFIZIENTEN  $C_x$   
(BEGINNT BEI ANGE-  
SCHALTETEM ANFANGS-  
EINSTELLUNGSSCHALTER)

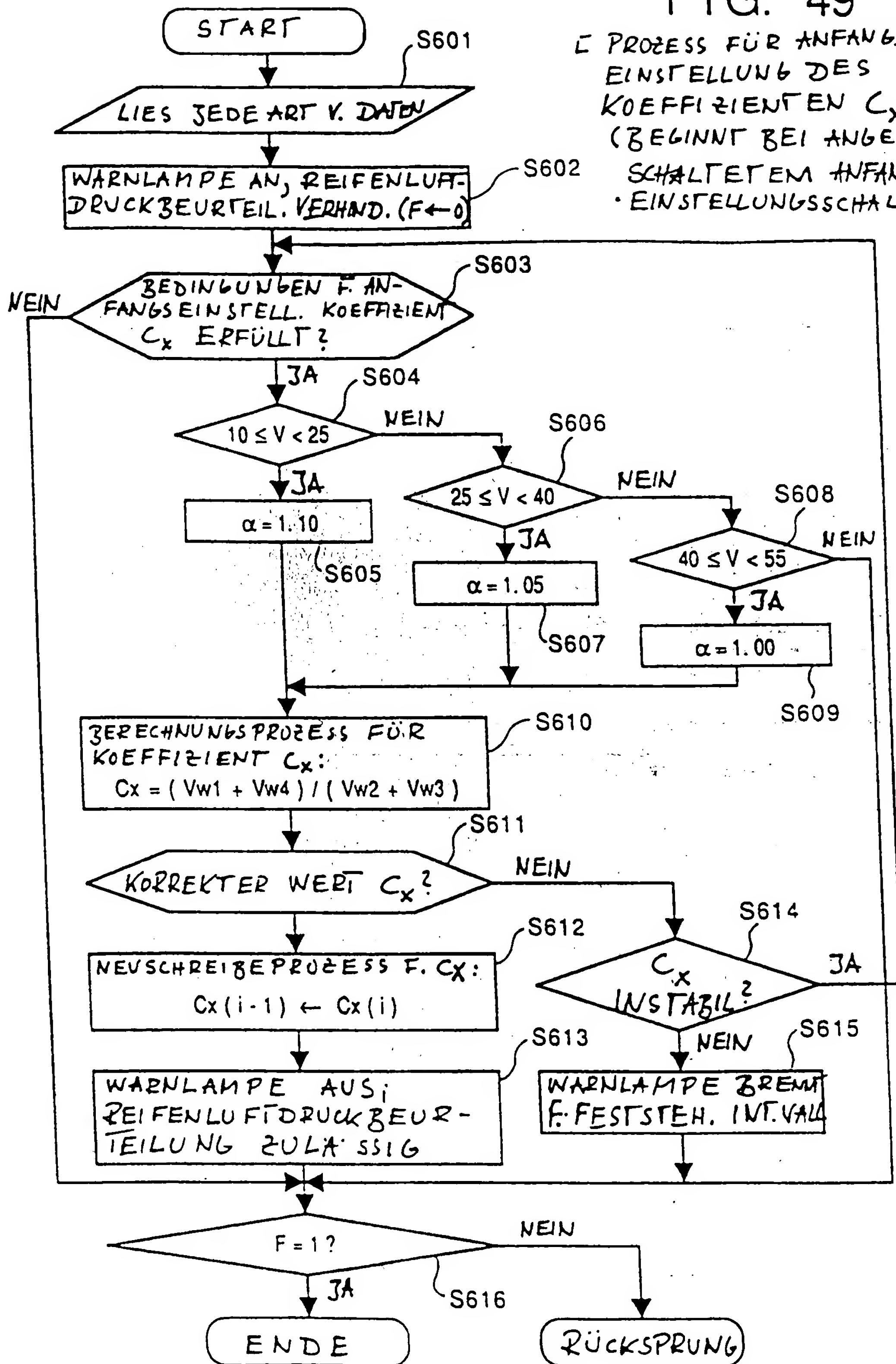




FIG. 50

[ REIFENLUFTDRUCK-  
BEURTEILUNGS-  
PROZESS ]

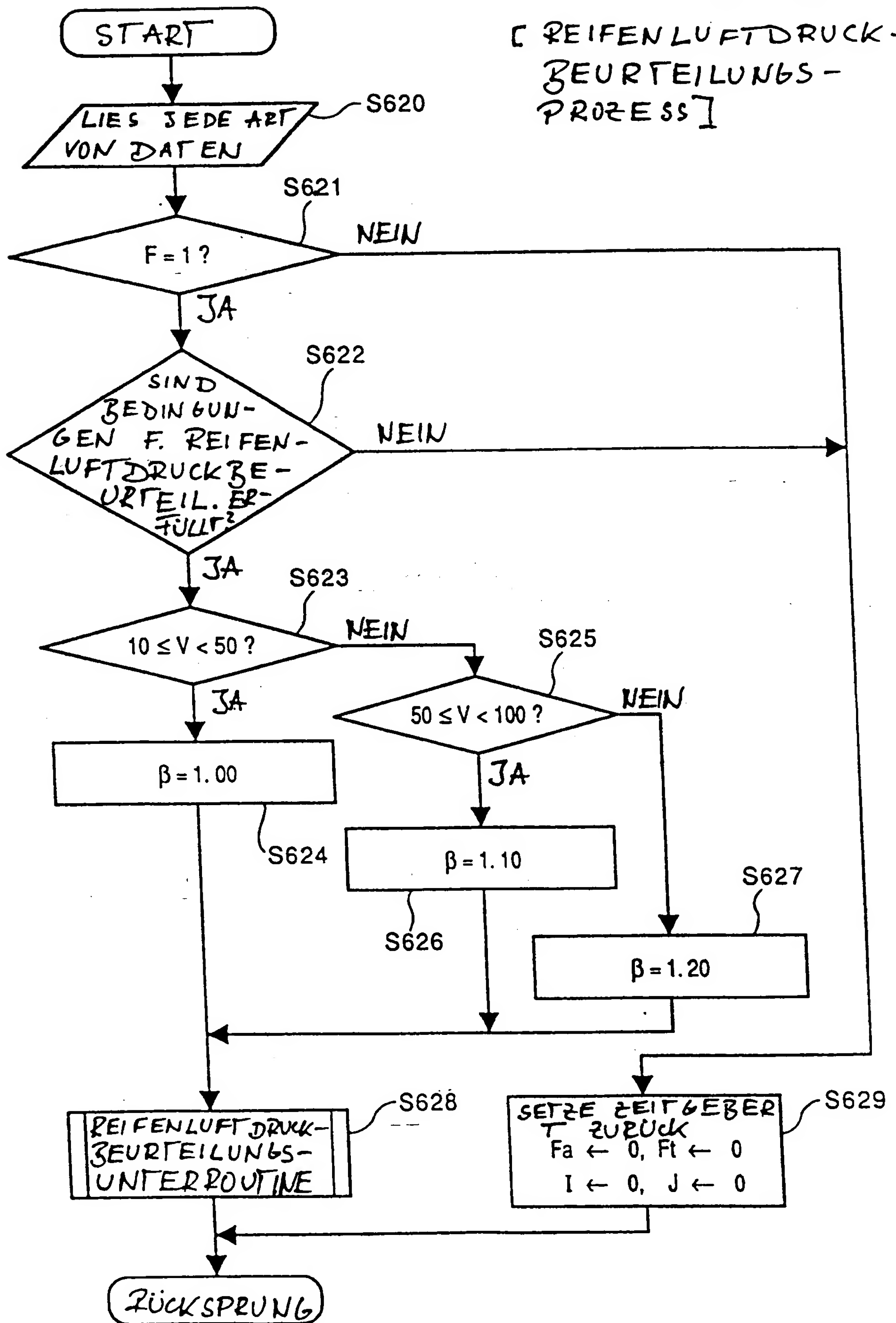


FIG. 51

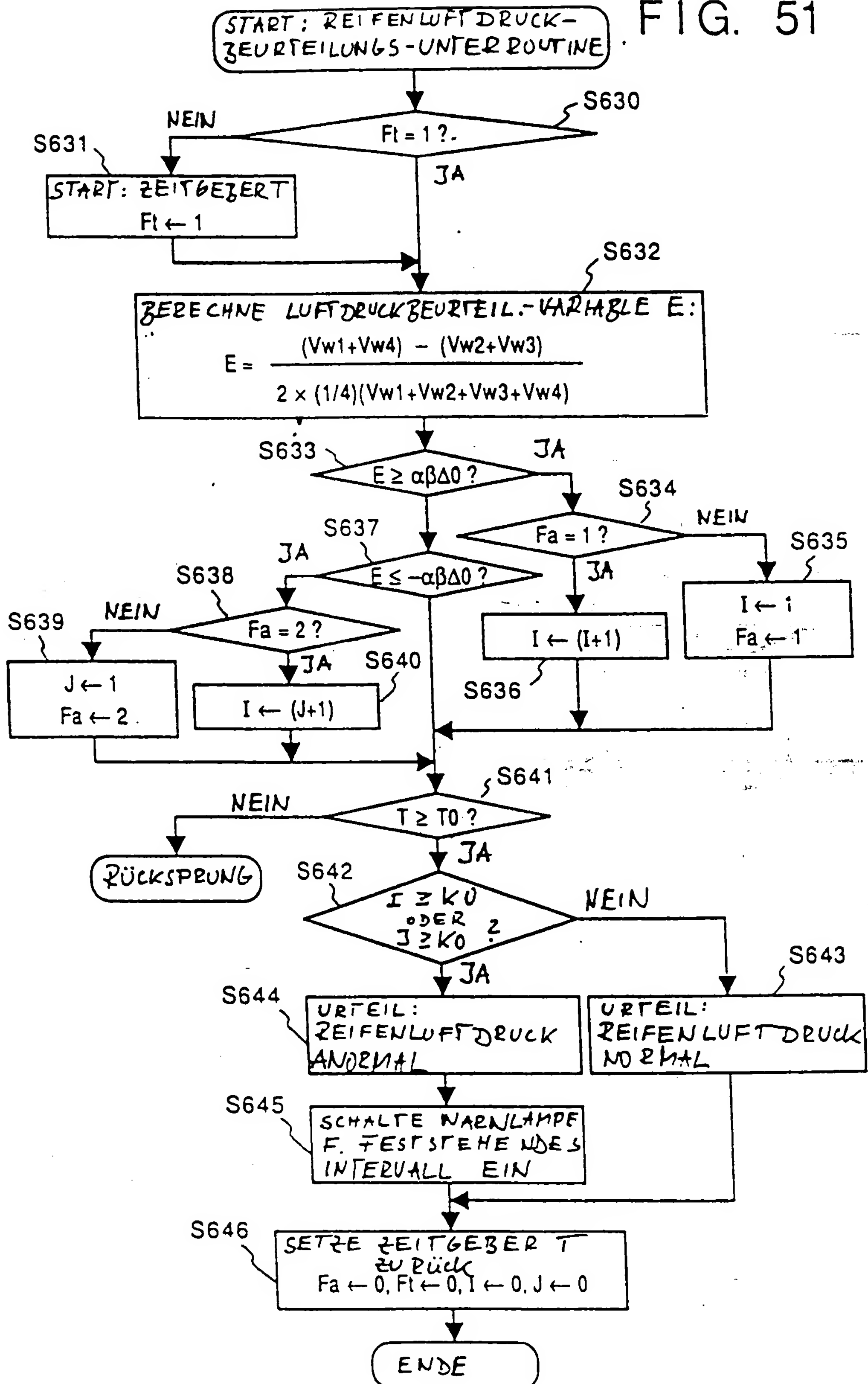


FIG. 52

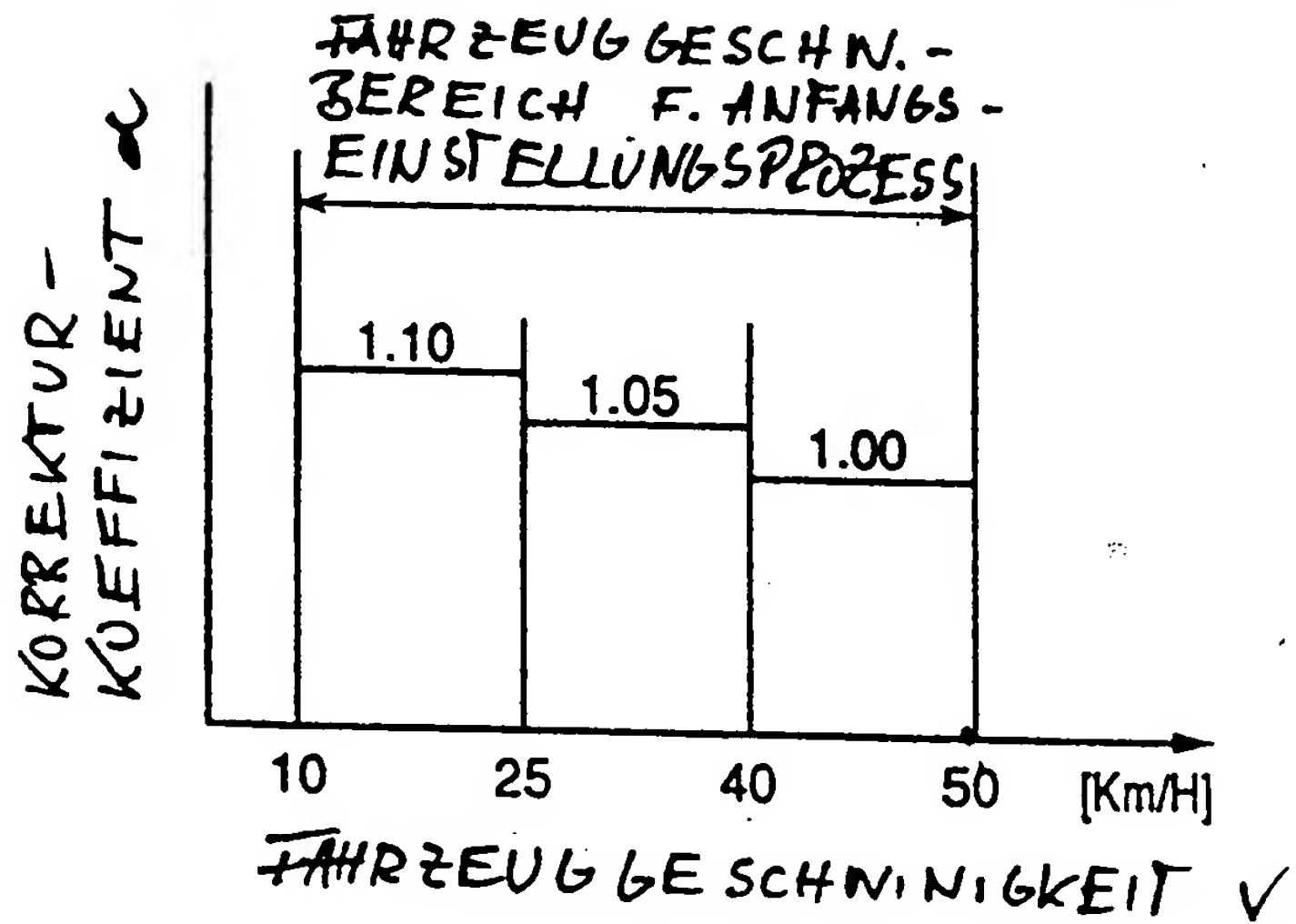


FIG. 53

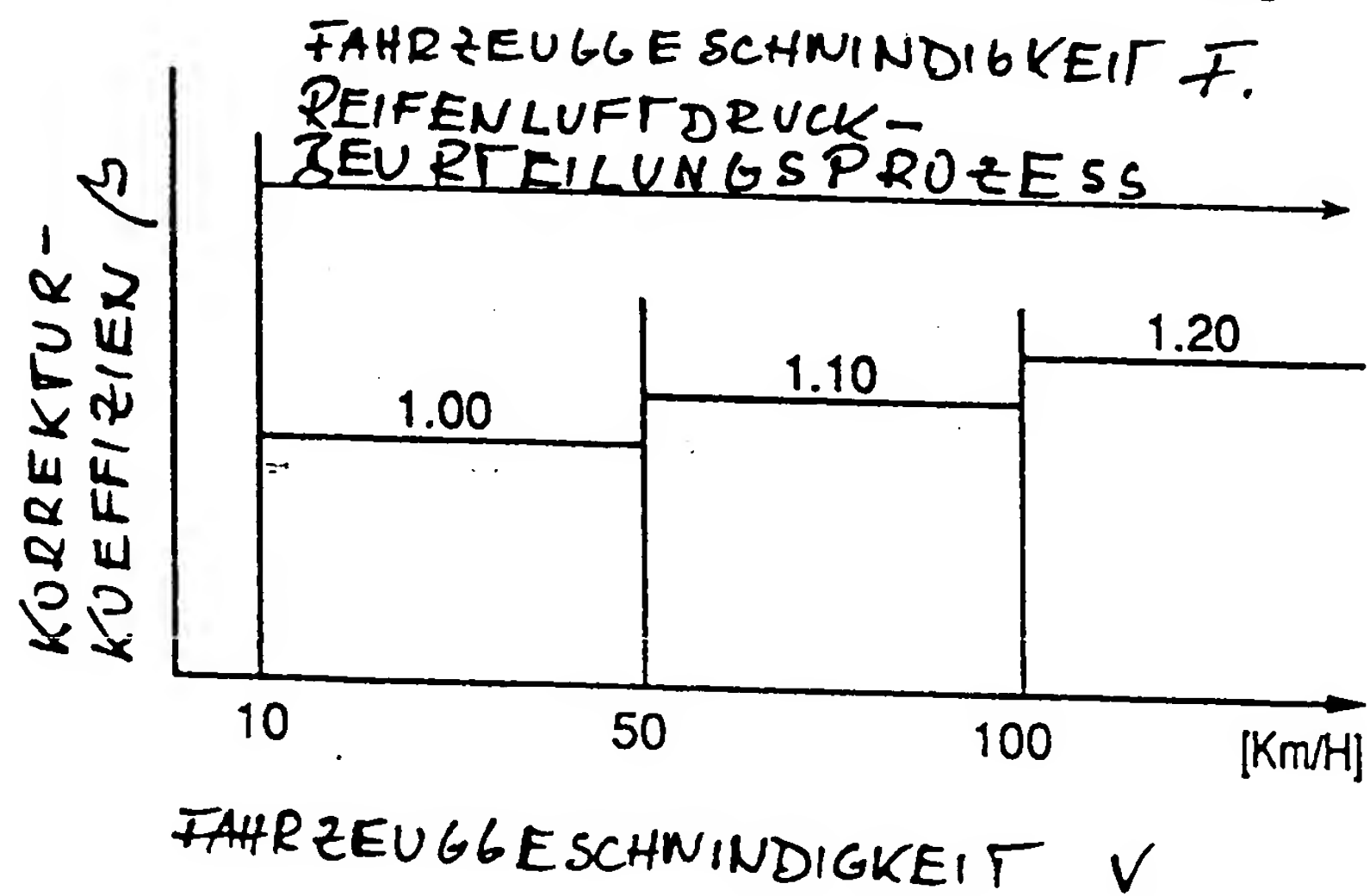


FIG. 54

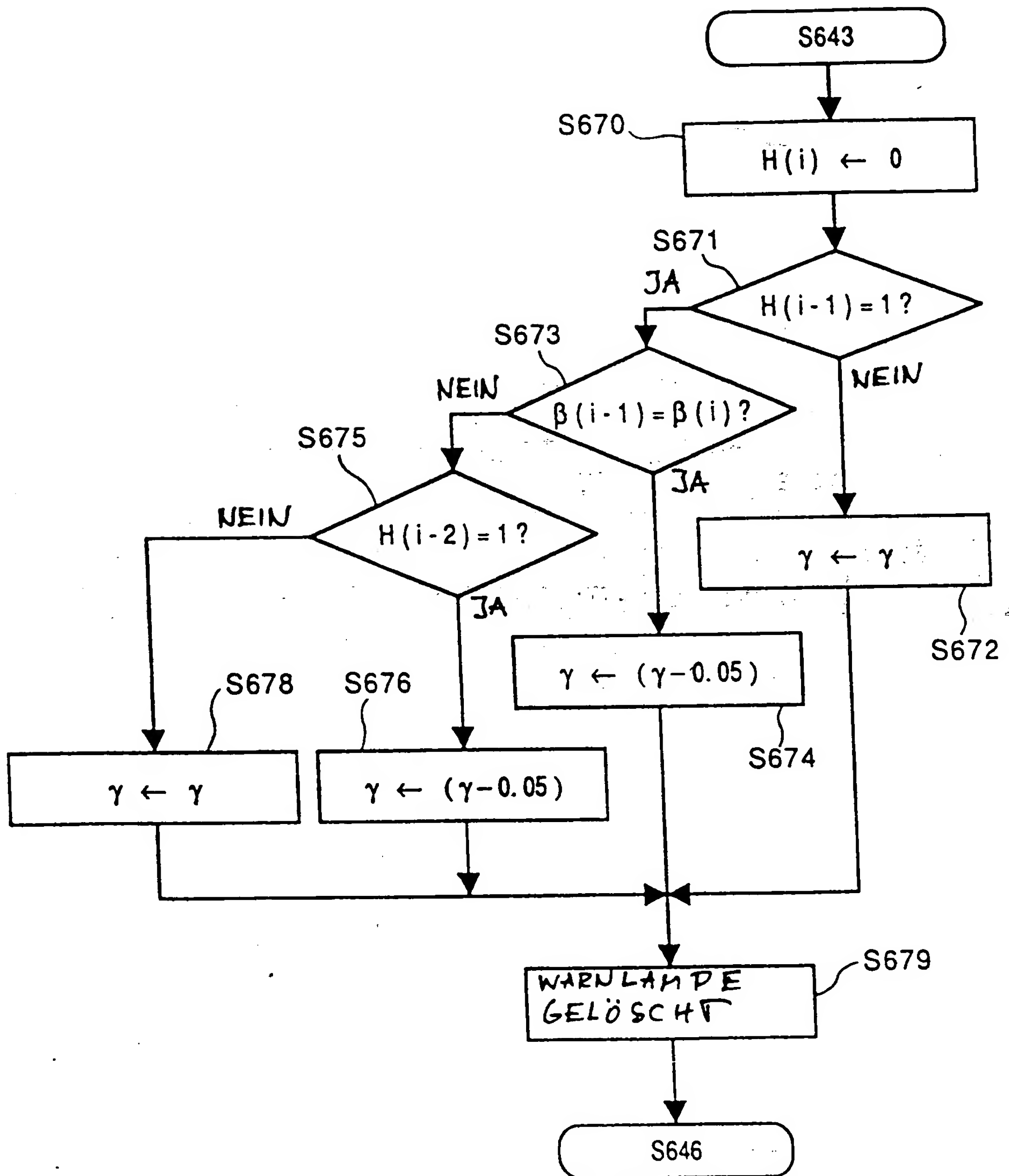
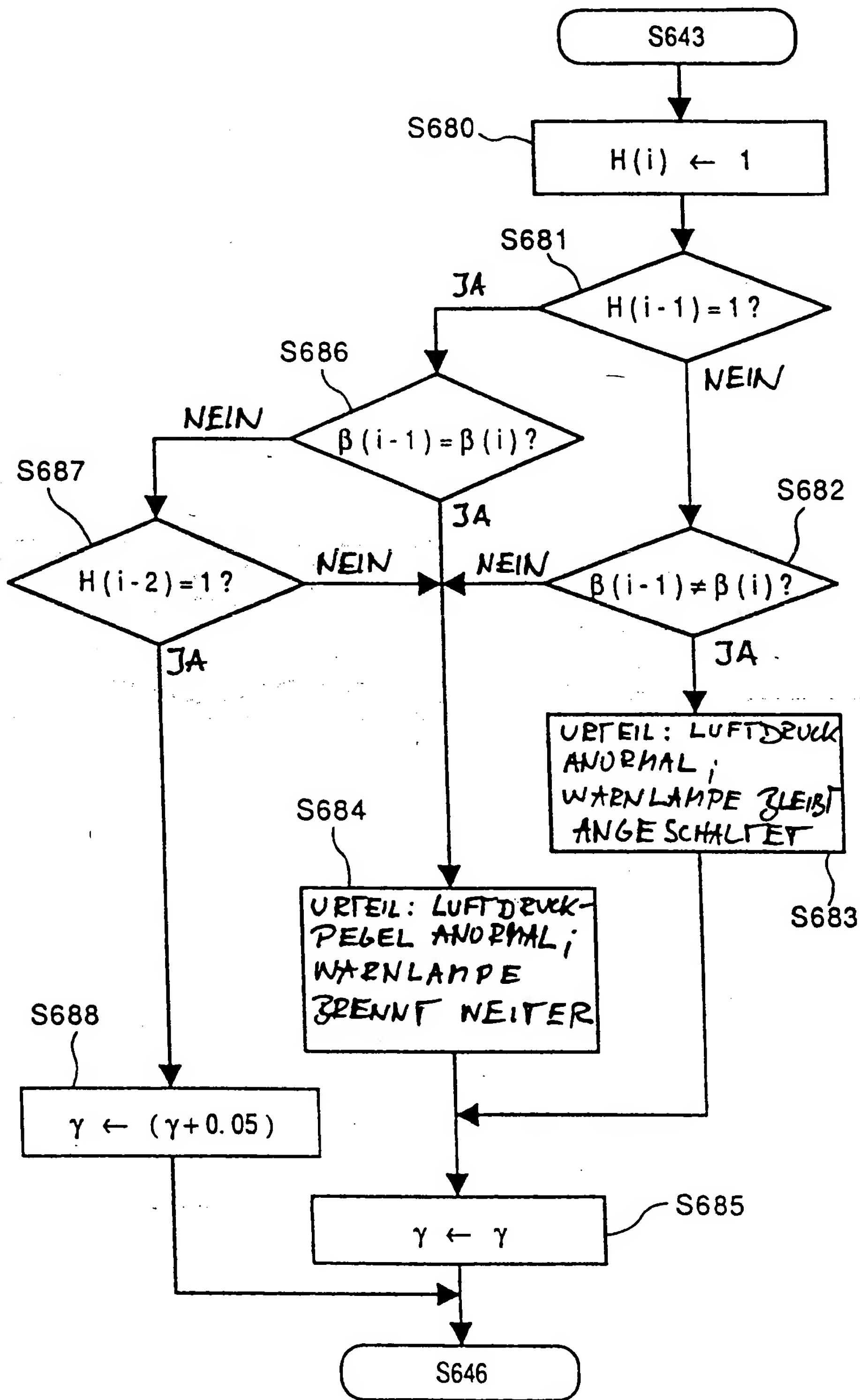




FIG. 55



## FIG. 56



FIG. 57

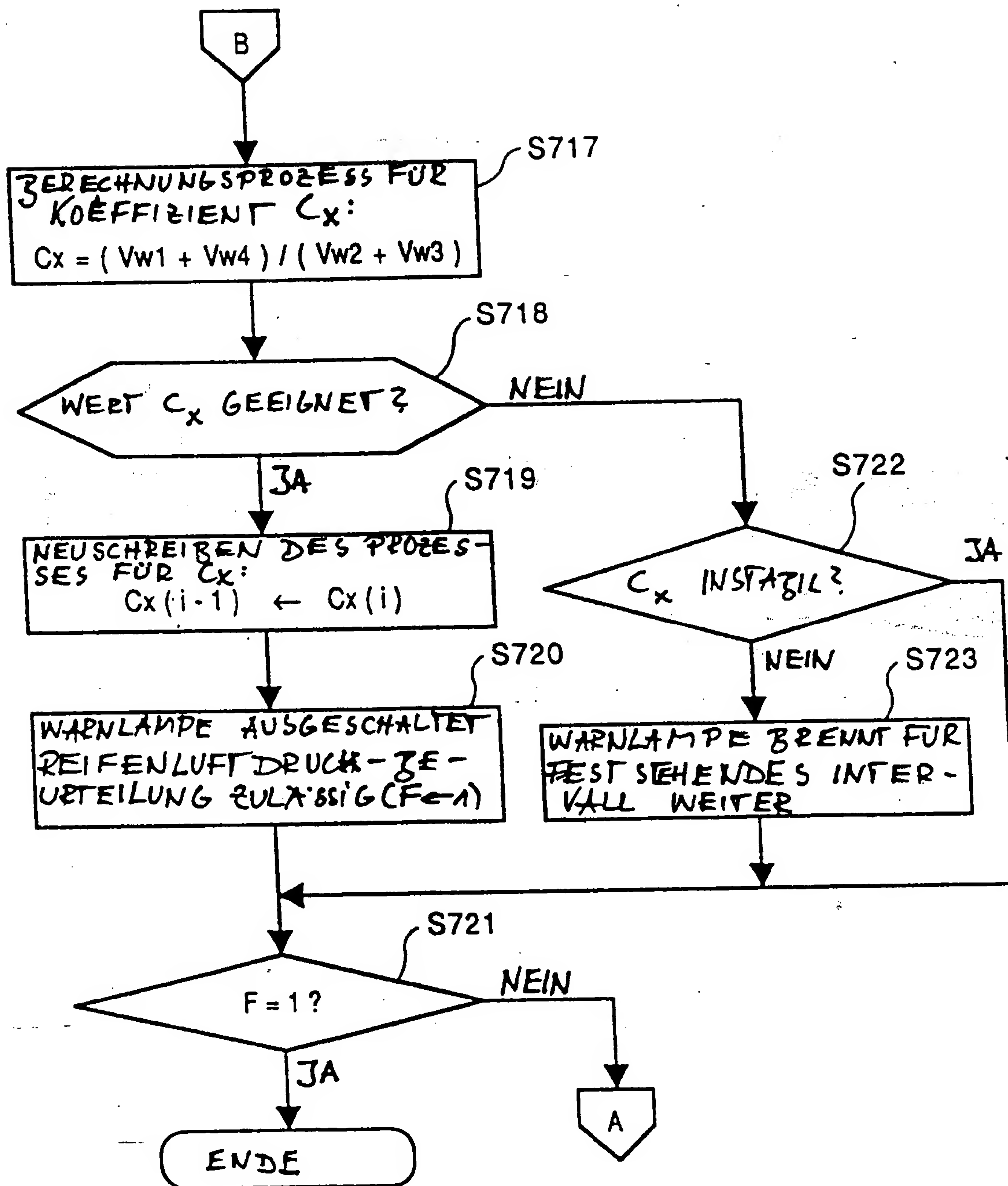


FIG. 58

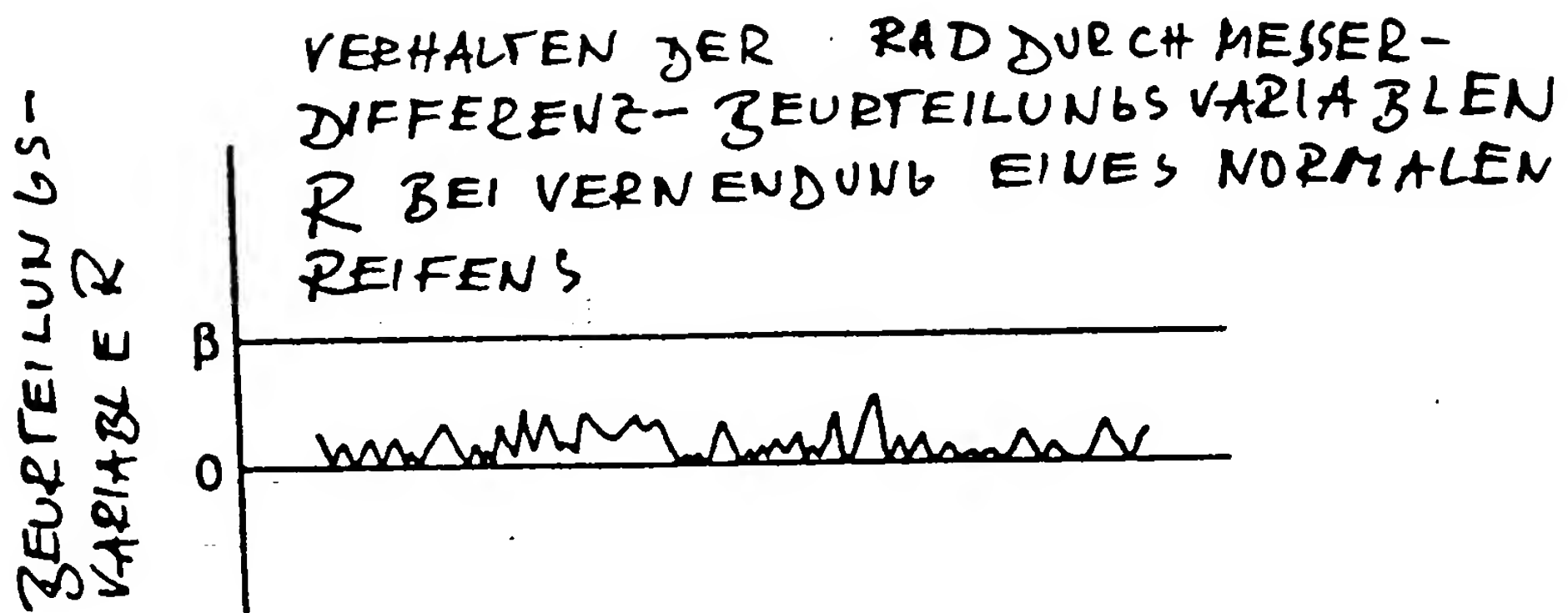


FIG. 59

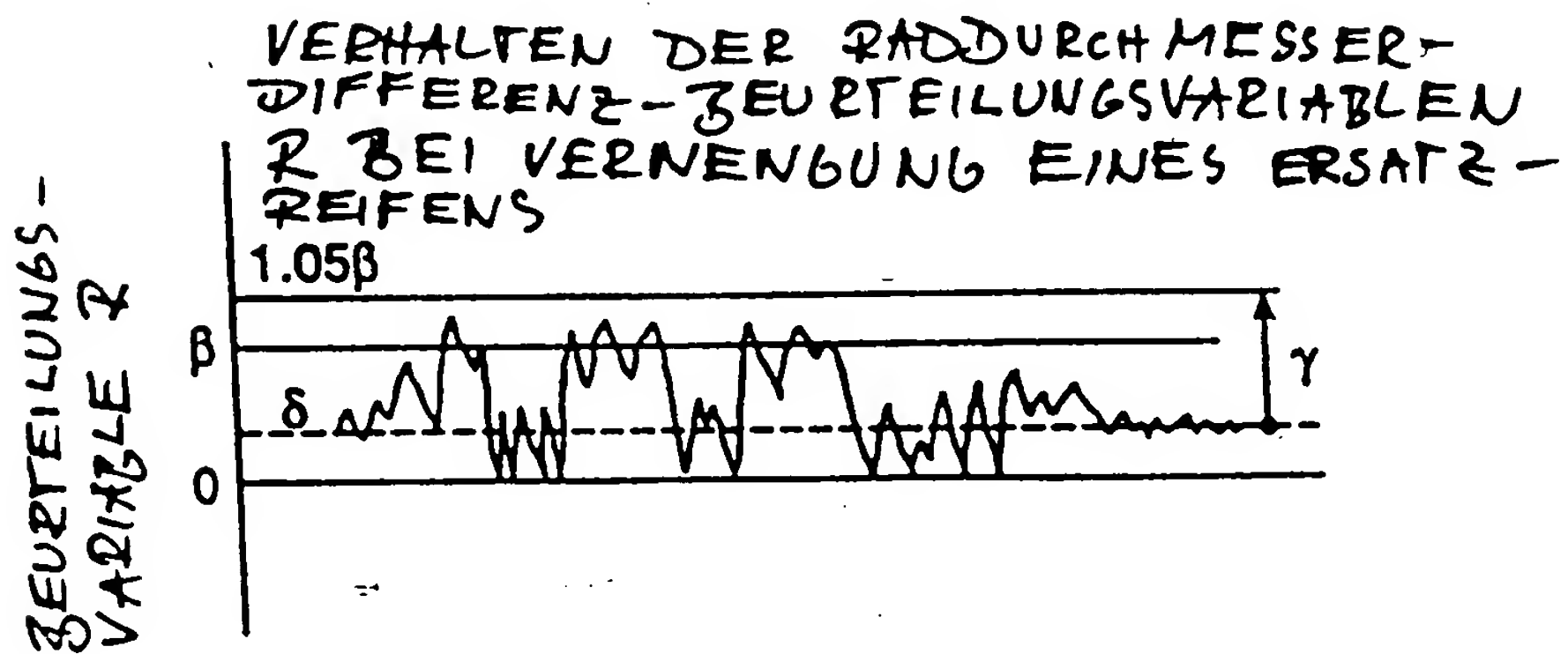




FIG. 60

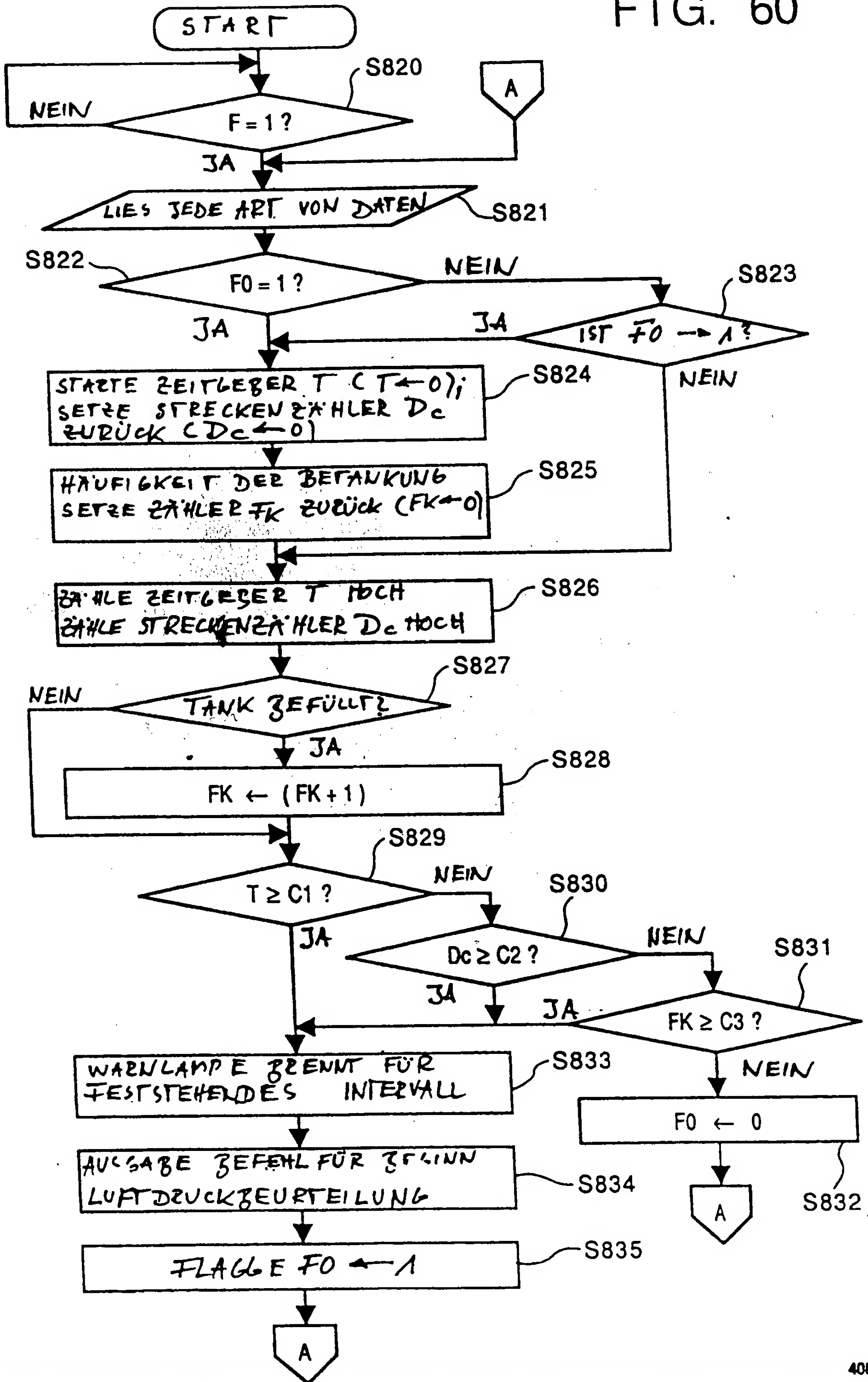


FIG. 61

$\mu$ -TABELLE

	0 ————— Vg —————> HOCH								
0 ↓ V (Km/H) ↓ NIEDER	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0
	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0
	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0
	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0
	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	1.0	1.0	2.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	1.0	2.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

FIG. 1

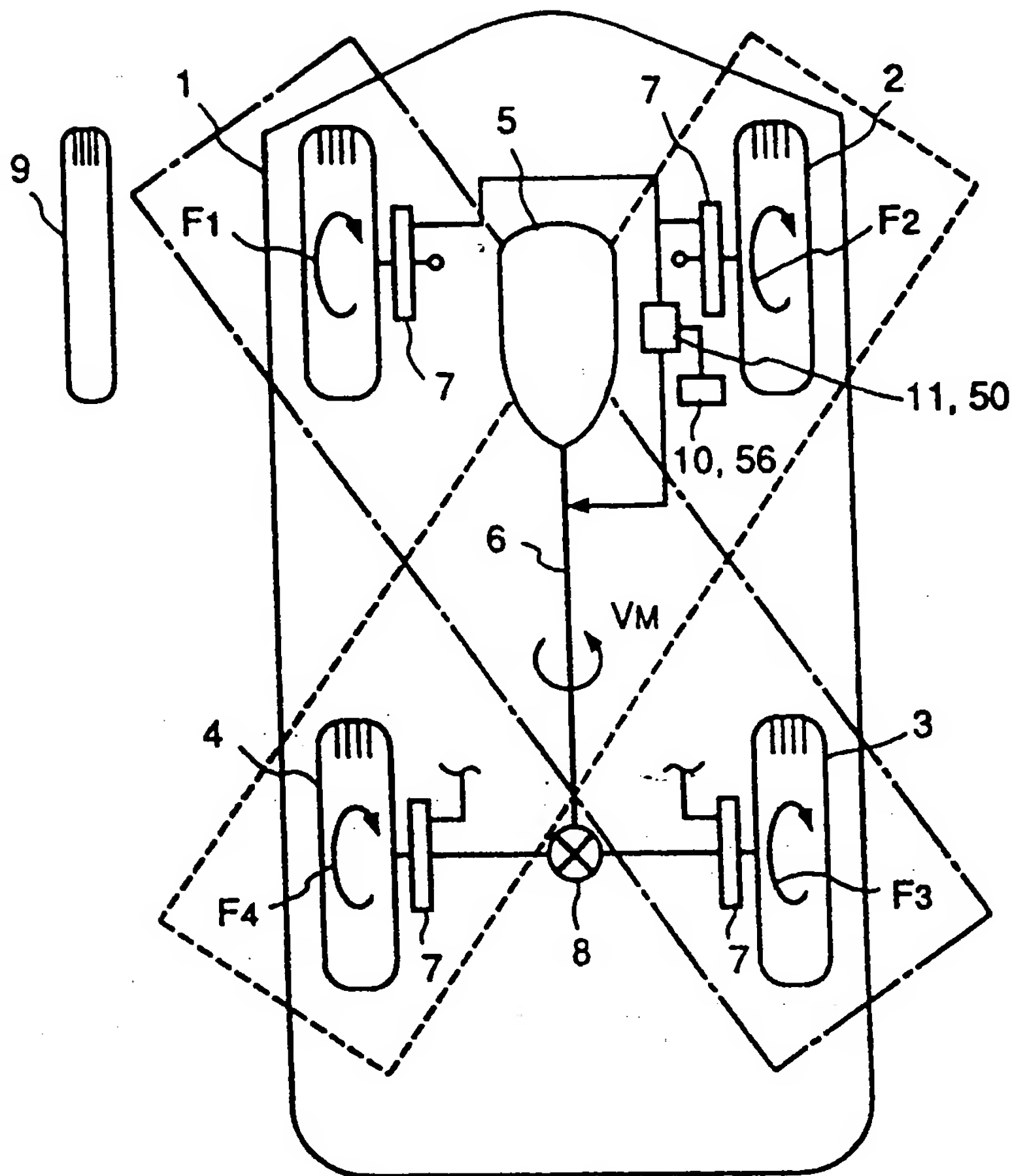


FIG. 2A

$$D = \frac{Cx(F_1 + F_3) - (F_2 + F_4)}{2 \times \frac{1}{4} \sum F_i}$$

FIG. 2B

$$Cx = \frac{F_2 + F_4}{F_1 + F_3}$$

VM = Drehmoment der Krafttriebswelle